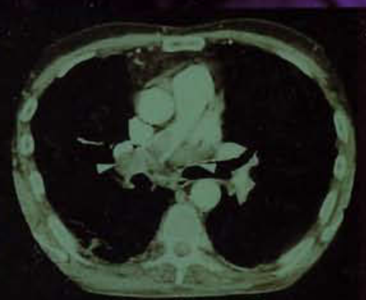
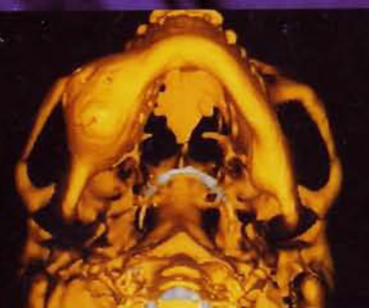
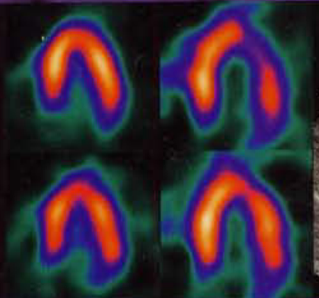
Imagerie médicale

Coordination de l'édition anglaise

Traduction et adaptation de l'anglais
Pr Sophie [redacted]

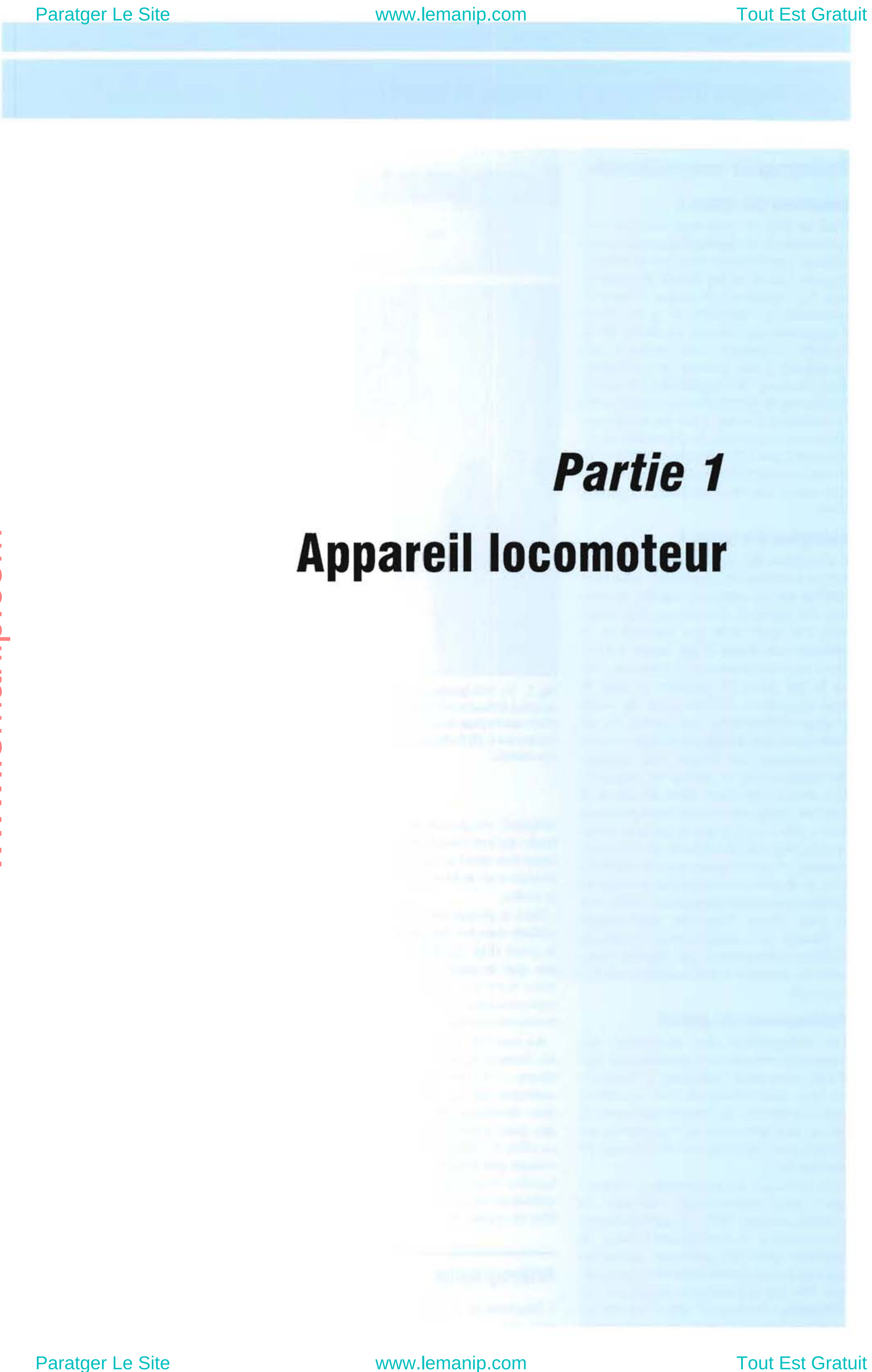




www.lemanip.com

Paratger Le Site

www.lemanip.om

Table des matières



Partie 1

Appareil locomoteur

Techniques d'imagerie 1 : rayons ionisants

Radiographie conventionnelle

Génération des rayons X

Dans un tube en verre sous vide, un courant électrique est appliqué au niveau d'une cathode. Les électrons émis par la cathode gagnent l'anode et des rayons X apparaissent. Le « nombre » de rayons X est proportionnel à l'intensité et à la durée d'application du courant au niveau de la cathode. L'« énergie » des rayons X, qui correspond à leur pouvoir de pénétration dans les tissus de l'organisme, est conditionnée par la différence de potentiel entre la cathode et l'anode. Chez un nourrisson, on utilisera un courant de plus faible intensité (mA), une différence de potentiel (kV) moins importante et une durée d'exposition plus courte que chez un adulte de grande taille.

Absorption des rayons X

L'absorption des rayons X varie en fonction de la densité des tissus (Fig. 1A). L'os cortical qui est fortement calcifié absorbe tous les rayons X. La zone du film située sous l'os n'est donc pas exposée et se présente sous forme d'une image « blanche » sur le négatoscope. À l'opposé, l'air ou le gaz (dans les poumons ou dans le tube digestif) se caractérise par un faible pouvoir d'absorption des rayons X, de sorte que le film radiologique reste « noir » (curieusement, ces images sont appelées des *hyperclartés* au niveau du poumon). Les muscles absorbent moins de rayons X que l'os, tandis que les territoires graisseux sont « gris » car il s'agit de tissus de faible densité (Fig. 1B). En résumé, en radiologie standard, il existe quatre densités détectables, de la plus basse (structure normale ou pathologique radiotransparente « noire ») à la plus élevée (structure radio-opaque « blanche ») : aérique, puis graisseuse, hydrique (comprenant les liquides mais aussi les muscles) et enfin calcique (os par exemple).

Positionnement du patient

Les radiographies sans préparation des structures osseuses sont généralement pratiquées sous deux incidences. L'incidence de face antéropostérieure (AP) se définit par la projection du faisceau de rayons X sur la face antérieure de l'organisme du patient pour impressionner le film disposé derrière lui.

En revanche, les radiographies thoraciques sont généralement réalisées en postéro-antérieur (PA). L'agrandissement est minimal et la définition de l'image est meilleure pour les structures organiques qui sont les plus proches du film radiologique. Sur une radiographie thoracique, les dimensions cardiaques seront appréciées au mieux lorsque le cœur, qui est un organe antérieur, est proche du film radiologique tandis qu'une radiographie du rachis thoracique fera appel à une incidence antéropostérieure avec le film radiologique posé sous le rachis.

Dans la plupart des cas, l'autre incidence utilisée dans les radiographies osseuses est le *profil* (Fig. 2). Dans certains territoires tels que le pelvis ou l'épaule, un profil strict n'est pas contributif en raison des superpositions. On fait alors appel à des incidences *obliques*.

Au cours de la *radiographie numérisée*, les données sont saisies et conservées sur disque ; la reconstitution ultérieure par ordinateur se fait dans tous les plans. La dose nécessaire de rayons est plus faible que pour la radiographie conventionnelle : en effet, les films radiologiques sont relativement peu sensibles aux rayons X et à la lumière tandis que les images saisies sur ordinateur nécessitent des doses plus faibles de rayons X.

Fig. 1. (A) Trois bocaux contenant des échantillons de nature différente ont été plongés dans de l'eau. Ce cliché radiologique illustre les différences de radiotransparence. (B) Radiographie standard d'une hanche normale.

Fig. 2. Fracture tibiale illustrant la nécessité d'obtenir des clichés dans deux plans orthogonaux. Le cliché de face de la cheville (A) montre une discrète anomalie avec un élargissement latéral du cartilage de conjugaison (flèche). En revanche, le cliché de profil (B) met en évidence un déplacement postérieur du cartilage de conjugaison, emportant un fragment important de la métaphyse (lésion de type II de Salter-Harris). L'anomalie n'est pas visible sur le cliché de face parce que le faisceau de rayons X ne passe pas par le plan de fracture.

Arthrographie

L'injection de produit de contraste iodé, avec ou sans air, dans l'articulation était utilisée pour surligner les contours des différents éléments articulaires (Fig. 3). Cette technique a été particulièrement utile dans le diagnostic des lésions méniscales et de la coiffe des rotateurs de l'épaule. Elle est rarement utilisée depuis l'avènement de l'IRM en dehors de l'arthroscanner (scanner précédé d'une arthrographie).

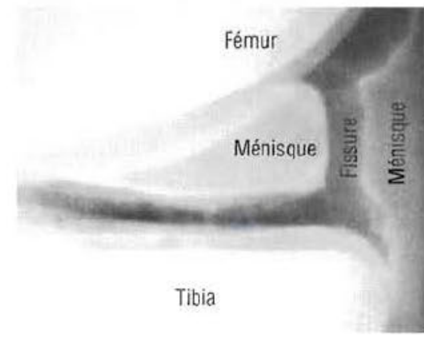


Fig. 3. Arthrographie montrant la fissure de la corne postérieure du ménisque médial.

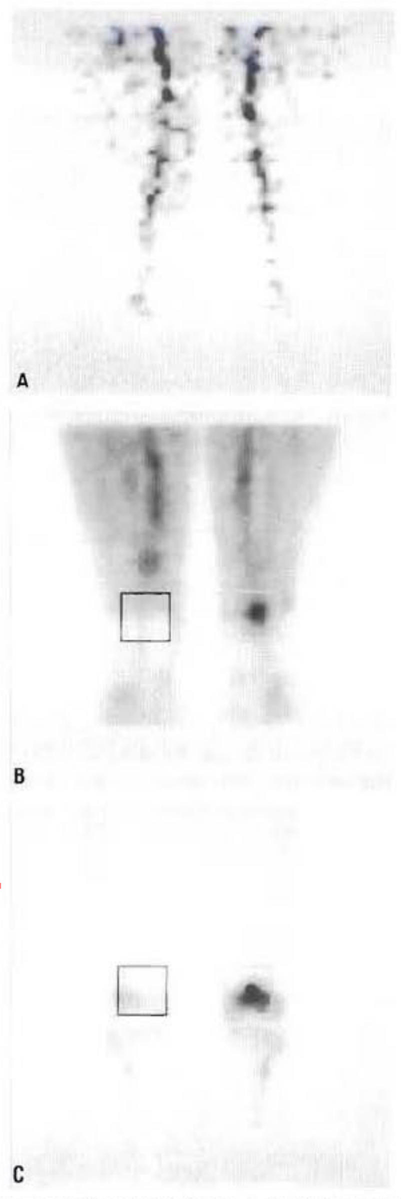


Fig. 4. Scintigraphie osseuse montrant une anomalie sur la partie distale du fémur gauche. Il s'agit d'un ostéome ostéoïde, qui est une tumeur osseuse bénigne. (A) Le cliché précoce montre la distribution de l'isotope à la phase dynamique, où l'isotope se distribue dans les vaisseaux sanguins. (B) Cette phase intermédiaire montre l'hypervascularisation de la lésion. (C) Les images tardives montrent une majoration de l'activité métabolique dans le territoire pathologique.

Myélographie/radiculographie

De même, l'injection d'un produit de contraste iodé dans le sac dural a été utilisée pour visualiser en négatif la moelle épinière et les racines nerveuses (voir p. 14). L'IRM est actuellement l'examen de choix pour mettre en évidence une hernie discale ou une compression médullaire ou radiculaire.

Scintigraphie

Des isotopes sont administrés par voie intraveineuse ; il s'agit généralement du diphosphonate de méthylène marqué au technétium 99^{m} pour les examens osseux. Les anomalies osseuses se caractérisent par une hyperfixation à la phase précoce ou vasculaire de l'examen, liée à une augmentation de la perfusion locale (Fig. 4). Les balayages plus tardifs, effectués généralement 3 h après le début de l'examen, montrent une hyperfixation de l'isotope secondaire à un renouvellement osseux plus important dans le territoire pathologique.

Cette technique est très sensible, notamment au début de la maladie, mais elle est peu spécifique.

Une infection peut être confirmée par une scintigraphie aux leucocytes marqués.

Tomodensitométrie (TDM)

Les images sont obtenues dans le plan axial, c'est-à-dire sur des coupes horizontales pratiquées de haut en bas du patient : il s'agit d'une imagerie en coupes (du grec *tome* – coupe). La source de rayons X et les détecteurs placés dans un arceau tournent autour du patient placé sur un lit qui se déplace en même temps dans un axe perpendiculaire, décrivant ainsi une hélice, d'où le nom de scanner hélicoïdal. Les scanners modernes multicoupes sont sophistiqués et peuvent comporter jusqu'à 64 barrettes de détecteurs, permettant de réaliser 64 coupes simultanées.

Après avoir traversé l'organisme du patient, le faisceau de rayons X atténué est converti en images par l'ordinateur. La saisie sur ordinateur permet l'évaluation précise de la densité tissulaire en unités Hounsfield (d'après l'inventeur de cette technique) (voir p. 19) et la reconstruction des images dans n'importe quel plan choisi par l'examinateur. Les nouvelles technologies permettent une reconstruction rapide des images dans tous les plans (Fig. 5).

Les densités détectables en TDM sont plus nombreuses que sur un cliché standard : des plus basses (hypodenses ou « noires ») aux plus élevées (hyperdenses ou « blanches »), on retrouve les structures (normales ou pathologiques) aériques, puis graisseuses, liquides, tissulaires et enfin calciques.

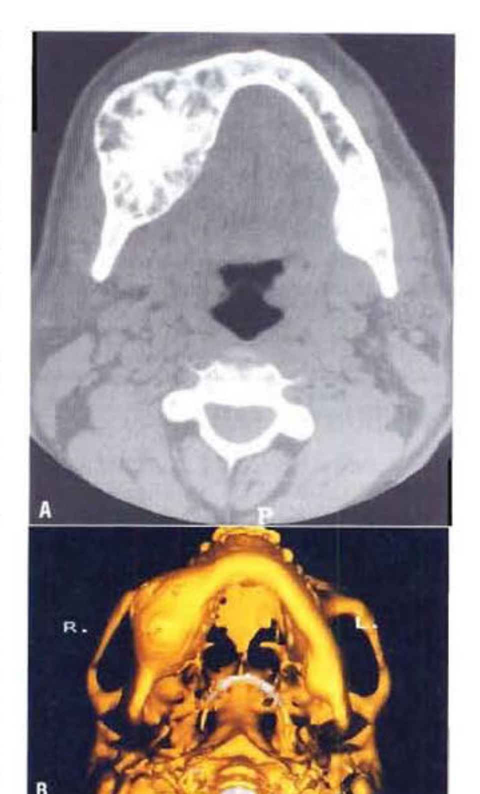


Fig. 5. Dysplasie fibreuse. (A) Tomodensitométrie de la base du crâne. (B) Reconstruction 3D (en trois dimensions). La TDM montre bien la lésion expansive pseudotumorale de la partie droite de la mandibule. Les arcades zygomatiques sont bien visibles.

Les parties molles hypervascularisées sont rehaussées après injection intraveineuse de produit de contraste iodé hydrosoluble. Cette technique est moins utilisée depuis l'avènement de l'IRM pour l'appareil locomoteur.

Pour une mise à jour sur la tomodensitométrie, voir l'article de Garvey et Hanlon (2002).

Références

Garvey CJ, Hanlon R. Computed tomography in clinical practice. B Med J 2002 ; 324 : 1077-80.

Techniques d'imagerie 1

Techniques utilisées en radiologie de l'appareil locomoteur
- Radiographie standard
- Arthrographie
- Tomodensitométrie (TDM)
- Scintigraphie, y compris la densitométrie osseuse
- Échographie
- Imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM)

Radiographie standard
- Facilement disponible
- Peu coûteuse
- Réalisation rapide
- Lecture synthétique
- Bonne définition de l'os cortical

Scintigraphie
- Plus sensible mais moins spécifique
- Précise la localisation des lésions
- Irradiation plus importante que celle des clichés standard

Tomodensitométrie
- Bonne définition des structures osseuses mais irradiation plus importante que celle des clichés standard
- Montre les parties molles, mais avec une définition inférieure à celle de l'IRM
- Permet une reconstitution dans tous les plans

Techniques d'imagerie 2 : sans rayons ionisants

Tous les rayons ionisants peuvent exercer des effets délétères et leur utilisation doit être évitée chez l'enfant et la femme enceinte, sauf lorsqu'il existe une indication formelle. D'autres techniques d'imagerie sans risque sont de plus en plus largement utilisées.

Échographie

L'échographie fait appel à des ondes acoustiques de haute fréquence inaudibles pour l'homme. Une sonde contenant des cristaux piézo-électriques émet et reçoit les ondes ultrasonores. Celles-ci se réfléchissent à chaque interface tissulaire, générant des images qui sont visualisées sur un écran.

En fonction de leur structure, les tissus se caractérisent par une échogénicité différente. Les anomalies pathologiques entraînent des modifications de l'échogénicité (Fig. 1 et 2). Les structures sont dites hyperéchogènes (blanches), hypoéchogènes (grises) ou anéchogènes (noires). La graisse est hyperéchogène, le liquide est anéchogène (avec un renforcement postérieur), les muscles ont une échogénicité intermédiaire. L'air, les gaz et les cristaux (comme le calcium) arrêtent le faisceau d'ultrason : leur face superficielle est hyperéchogène, avec un cône d'ombre postérieur.

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM est une technique non irradiante qui exploite les variations de la distribution des protons dans les différents organes et de leur comportement lors d'une exposition à un champ magnétique d'intensité élevée (Tableau 1). La force des champs magnétiques se situe généralement entre 0,5 et 2,0 T (Tesla).

Les protons tournent sur eux-mêmes à une fréquence proche des ondes de radiofréquence et, en cas d'exposition à un champ magnétique, l'orientation aléatoire de ces noyaux s'aligne le long de l'axe central du champ magnétique. La stimulation par une onde de radiofréquence infléchit l'orientation des protons et les met en phase. À l'arrêt de l'application de l'onde de radiofréquence, le système retourne à l'état normal initial. La mesure du temps de retour au déphasage est le T2 (temps de relaxation transversal) tandis que le temps T1 (temps de relaxation longitudinal) est la mesure du temps de retour des protons à leur orientation initiale par rapport au champ magnétique externe.

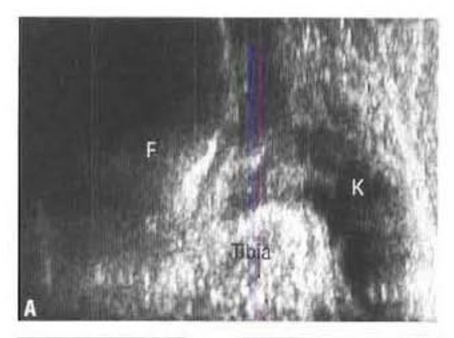


Fig. 1. Kyste poplité. (A) Échographie du genou. Un dérangement interne du genou a entraîné un épanchement articulaire et la formation d'un kyste postérieur de Baker. (B) L'arthrographie montre clairement la localisation anatomique des lésions. Un produit de contraste a été injecté dans l'articulation du genou. Il existe une dilatation de la bourse supra-patellaire (flèche incurvée) et un kyste poplité (flèche) qui s'est rompu dans le mollet. Cette rupture entraîne des douleurs et une tuméfaction du mollet pouvant simuler une thrombose veineuse profonde. F = fémur ; K = kyste.

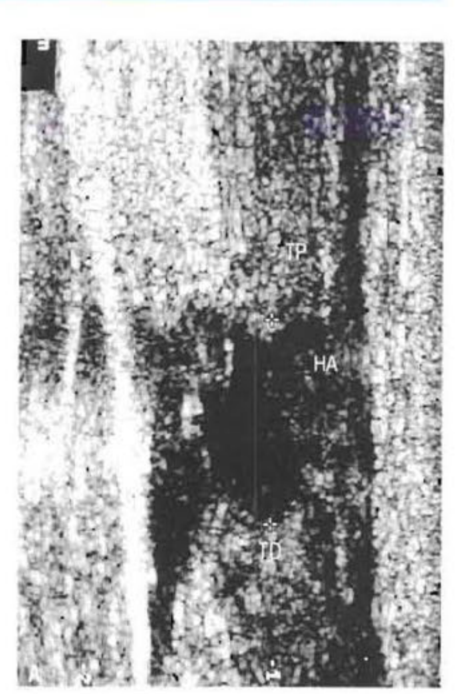
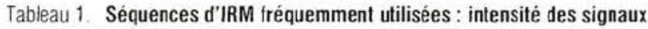


Fig. 2. Rupture du tendon d'Achille. (A) Échographie. Le tendon normal est hyperéchogène (blanc), tandis que la solution de continuité, remplie de sang, est anéchogène (noire). Avec l'aimable autorisation du Dr P. O'Donnell. (B) Coupe sagittale de la cheville en IRM avec suppression de graisse, montrant le tibia et les os de l'arrière-pied. Le tendon d'Achille est épaissi, et comporte à sa partie centrale des lésions kystiques et dégénératives importantes. L'examen montre bien la nature liquidienne du kyste (signal intense) au sein du tendon épaissi (signal faible). TP = extrémité proximale du tendon, HA = hématome aigu ; TD = extrémité distale du tendon.

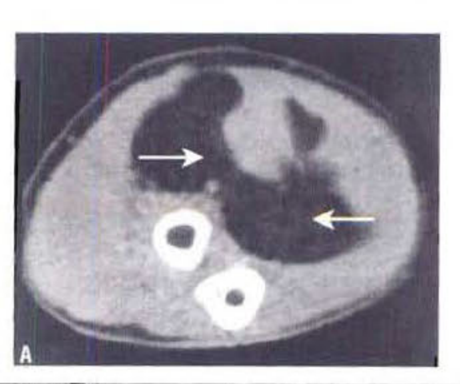
Les structures ayant une teneur élevée en protons (la graisse, les liquides ou la médullaire des os) ont un signal intense (blanc), tandis que les structures tissulaires les moins riches en eau ont le signal le moins intense (noir) (Fig. 3). L'intensité du signal augmente en cas d'accumulation liquidienne liée à un œdème, une hémorragie, une inflammation ou une tumeur,

Tableau 1. **Séquences d'IRM fréquemment utilisées : intensité des signaux**



	T1	T2	Suppression de graisse
Graisse	Hyperintense	Moins intense	Hypointense
Liquides	Intermédiaire	Hyperintense	Hyperintense
Corticale, ménisque, tendon, ligament, air	Hypointense	Hypointense	
Vaisseau	Hypointense	Hypointense	

Fig 3. Épanchement articulaire du genou – coupe sagittale d'IRM pondérée en T2. Il existe un épanchement important dans la bourse suprapatellaire (voir également la figure 1B). Le tendon du quadriceps et le ligament rotulien apparaissent en noir, c'est-à-dire qu'ils sont en hyposignal, en raison de leur teneur faible en liquide. Il en est de même pour les ligaments croisés postérieur et antérieur. Les corticales osseuses ont un signal plus bas que l'os spongieux.



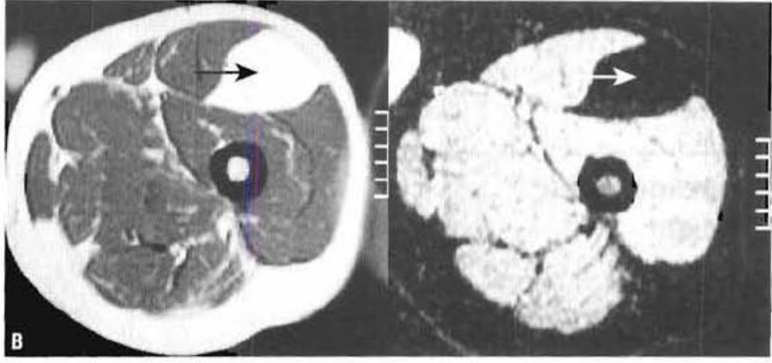


Fig. 5. Lipome. (A) Cette TDM de l'avant-bras montre un volumineux lipome intramusculaire ; cette masse des parties molles est hypodense (noire) (flèches). Cette densité est identique à celle de la graisse sous-cutanée. (B) Lipome septal (flèche) (à gauche). Sur la coupe axiale d'IRM pondérée en T1, le signal de la masse est identique à celui de la graisse sous-cutanée. Sur l'IRM avec suppression de graisse (à droite), le contenu graisseux de cette masse est uniformément supprimé : il est noir, comme la graisse sous-cutanée.

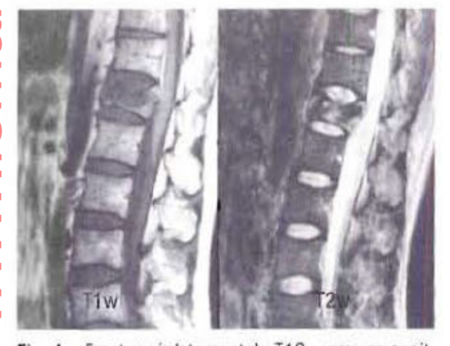
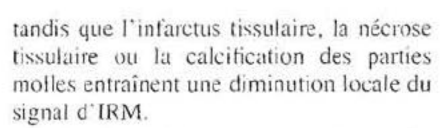


Fig. 4. Fracture éclatement de T12 – coupes sagittales d'IRM. Le corps de T12 est tassé, avec un déplacement postérieur qui comprime la moelle épinière basse. Sur l'image pondérée en T1 (à gauche), la graisse médullaire est remplacée par de l'œdème de bas signal, tandis que sur l'image pondérée en T2 (à droite), l'œdème a un signal élevé.



tandis que l'infarctus tissulaire, la nécrose tissulaire ou la calcification des parties molles entraînent une diminution locale du signal d'IRM.

Dans la majorité des cas, on fait appel à des *séquences pondérées en T1 et en T2*. Les détails anatomiques sont mieux analysés sur les séquences pondérées en T1. La graisse y présente un signal élevé (blanc) et les structures liquidiennes apparaissent en gris. En pondération T2, les graisses sont grises et les structures liquidiennes sont blanches. Dans les deux pondérations, l'os cortical, les tendons, les ligaments et les ménisques apparaissent en noir (Fig. 4).

Les séquences de suppression de graisse suppriment le signal hyperintense de la graisse médullaire, sous-cutanée et musculaire. Dans ce type d'acquisition, les muscles apparaissent gris sombre et la moelle osseuse noire. En revanche, les liquides restent blancs, de sorte que toute pathologie comportant un œdème, une infection, une hémorragie ou une hypervascularisation y est nettement visible en raison du faible signal des parties molles adjacentes (Fig. 5).

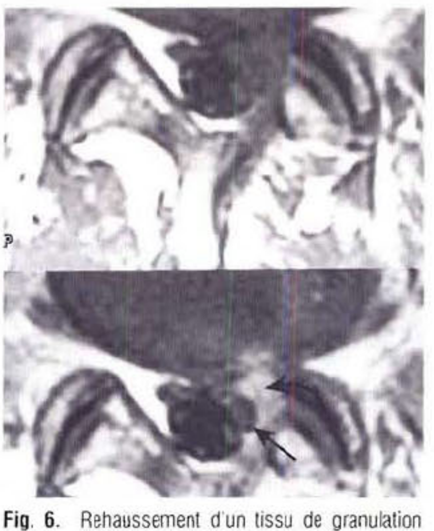


Fig. 6. Rehaussement d'un tissu de granulation hypervascularisé situé autour d'une racine nerveuse, après injection intraveineuse de gadolinium – coupes axiales d'IRM pondérées en T1. Le premier cliché (en haut) ne permet pas de visualiser la racine tandis que le cliché réalisé après injection du produit de contraste (en bas) met en évidence la racine nerveuse (flèche) cernée de tissu mou hypervascularisé (flèche incurvée).

L'injection de produit de contraste paramagnétique rehausse le signal des lésions vasculaires par rapport aux images pondérées en T1 sans produit de contraste (Fig. 6).

L'IRM est devenue l'examen de choix dans le bilan des lésions de l'appareil locomoteur car elle permet une bonne analyse de l'anatomie et des lésions dans tous les plans. L'IRM est plus spécifique et au moins aussi sensible que la scintigraphie.

Techniques d'imagerie 2

Indications de l'échographie en pathologie ostéo-articulaire

- Peu onéreux
- Portable
- Non irradiant
- Excellent pour les parties molles superficielles

Imagerie par résonance magnétique

- Meilleure technique d'imagerie pour les parties molles, en particulier profondes
- Analyse l'anatomie et les lésions dans tous les plans
- Moins fiable que la TDM pour l'os cortical, mais excellente pour la moelle osseuse
- Excellente sensibilité dans les arthrites débutantes
- Examen onéreux et long qui n'est pas disponible dans tous les centres

Ostéopénie 1 : ostéoporose

L'ostéopénie se définit par une diminution de la densité osseuse ; son aspect radiologique répond à trois étiologies majeures :

1. l'ostéoporose
2. le rachitisme et l'ostéomalacie
3. l'hyperparathyroïdie

L'ostéopénie peut être détectée sur un cliché standard par une baisse visible de la densité osseuse, mais le diagnostic de certitude repose actuellement sur l'ostéodensitométrie ou sur la TDM qui utilisent des ordinateurs pour mesurer l'atténuation des rayons X par l'os.

Densitométrie osseuse biphotonique

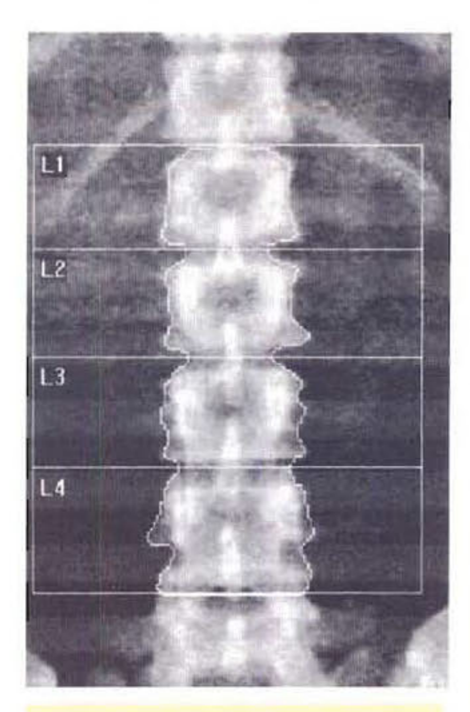
Des sources de rayons X d'énergies différentes sont appliquées au niveau de l'os et des parties molles dans une zone d'intérêt, généralement la hanche, le poignet et le rachis. L'atténuation du faisceau est déterminée par un ordinateur. Les résultats sont exprimés en nombre de déviations standard au-dessus et en dessous de la moyenne pour une population témoin d'âge comparable (Z score) ou pour une population d'adultes jeunes en bonne santé (T score) (Fig. 1).

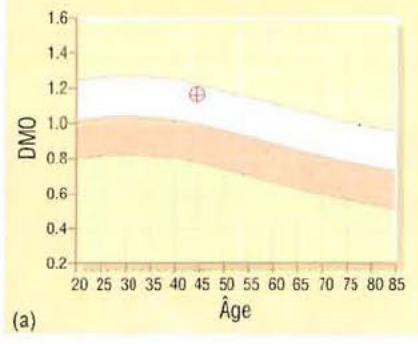
Les mesures de la densité osseuse dans un territoire donné permettent de prévoir le risque de fractures *locales*, tandis que celles effectuées sur l'extrémité distale du radius et du calcanéum permettent de prévoir la survenue de fractures à tous les niveaux.

Ostéoporose

L'ostéoporose (Fig. 2) est responsable d'un nombre élevé de pathologies osseuses chez les patients âgés de plus de 50 ans en raison de l'augmentation de l'incidence des fractures. Celles-ci s'observent essentiellement sur le rachis, l'extrémité proximale du fémur, l'extrémité distale du radius (et de l'ulna), ainsi que sur le bassin et l'extrémité proximale de l'humérus. Le risque d'apparition de ces fractures ostéoporotiques est beaucoup plus élevé chez la femme. Ainsi, le risque de fracture du col du fémur est de 40 % chez les femmes âgées de plus de 50 ans, alors qu'il n'est que de 13 % chez les hommes.

L'incidence des fractures de Pouteau-Colles (de l'extrémité distale du radius et de l'ulna), généralement secondaires à une chute avec le membre en extension, augmente chez les femmes entre 40 et 65 ans, pour se stabiliser ensuite ; chez l'homme, l'incidence est plus faible et stable, indépendante de l'âge. Chez la femme, il existe parallèlement une augmentation de l'incidence des chutes dans cette tranche d'âge.





Résumé des données de l'ostéodensitométrie

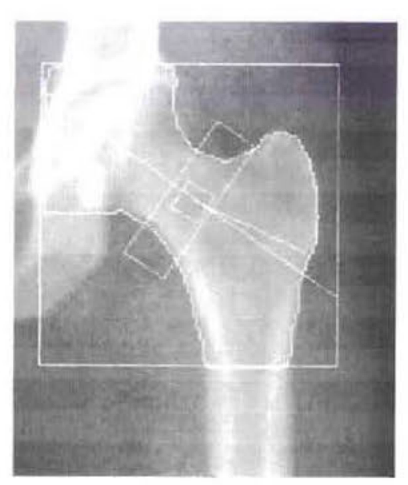
Territoire	Surface (cm²)	CMO (g)	DMO (g/cm²)	T Score	RP (%)	Z Score	AM (%)
L1	10,88	10,46	0,961	0,3	104	0,7	109
L2	11,66	13,12	1,126	0,9	110	1,3	115
L3	12,86	16,31	1,268	1,7	117	2,1	122
L4	16,38	20,28	1,238	1,1	111	1,6	116
Total	51,78	60,17	1,162	1,0	111	1,5	116

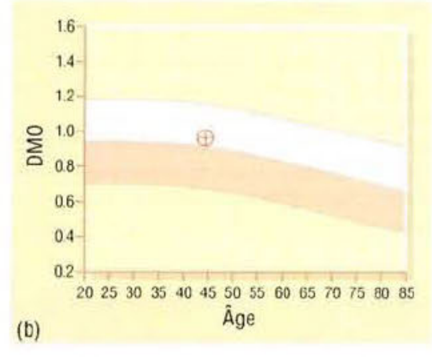
A

Parmi les plus de 80 ans, les fractures du col fémoral sont plus fréquentes, vraisemblablement en raison d'une incapacité à parer la chute avec la main (Fig. 3).

L'incidence des fractures du col fémoral est en augmentation, non seulement parce que le nombre de femmes âgées (qui sont vraisemblablement ostéoporotiques) augmente, mais aussi parce que le mode de vie change, se traduisant par une activité physique plus importante des sujets âgés. Le taux de fractures, notamment chez les femmes âgées de plus de 75 ans, a augmenté plus rapidement que l'augmentation du vieillissement de la population.

Chez la femme, le risque de fracture de hanche est plus élevé en cas d'antécédent familial de fracture (chez la mère) ou personnel de fracture après l'âge de 50 ans.





Résumé des données de l'ostéodensitométrie

Territoire	Surface (cm²)	CMO (g)	DMO (g/cm²)	T Score	RP (%)	Z Score	AM (%)
Col	4,61	3,85	0,835	–0,1	98	0,3	104
Troch	8,47	5,89	0,696	–0,1	99	0,1	102
Inter	12,58	14,60	1,161	0,4	106	0,5	108
Total	25,66	24,35	0,949	0,1	101	0,3	104
Triangle de Ward	1,04	0,80	0,774	0,3	105	1,2	122

B

Fig. 1. DMO d'absorption biphotonique au niveau du rachis lombaire et de la hanche. Les scores de ce patient sont supérieurs à la moyenne au niveau du rachis (A) et du fémur (B). Le triangle de Ward se situe dans le col fémoral entre les principales travées osseuses. Il correspond au territoire défini par le petit carré. L'absence de travées osseuses dans ce territoire est souvent un signe précoce d'ostéoporose sur les clichés standard.

Fig. 2. Ostéoporose – reconstruction en 3D au microscope électronique illustrant la structure. (Reproduction autorisée de Gaw et al. Clinical biochemistry, an illustrated color text. 2e éd. Churchill Livingstone : Edinbourg ; 2004.)

Fig. 3. Fracture du col fémoral sur un os ostéoporotique. La densité osseuse est diminée.

La plupart des fractures du col fémoral surviennent en hiver et au domicile de sorte que le verglas ne peut être à lui seul incriminé. Leur incidence est en augmentation : 60 000 par an en Angleterre et au Pays de Galles. En 1988 en Finlande, l'incidence des fractures du col fémoral sur 100 000 habitants était de 174 chez la femme et de 78 chez l'homme. Au cours de cette année, les coûts d'hospitalisation primaire pour fracture du col se sont élevés à 66 millions de dollars. En Belgique, l'incidence annuelle moyenne des fractures de hanche est passée de 108 à 141/100 000 habitants entre 1984 et 1996. Dix pour cent seulement de cette augmentation ont été imputables à l'évolution démographique. Le taux de mortalité dans l'année qui suit la survenue d'une fracture de hanche atteint 40 %, fréquemment en raison d'une pathologie concomitante chez les sujets âgés.

Près de 30 % des patients âgés de 80 ans ont des tassements vertébraux ; ils sont également plus fréquents chez les femmes et leur incidence augmente. Le tassement vertébral aigu entraîne une dorsalgie localisée. Les tassements vertébraux ultérieurs (ils sont souvent multiples) s'accompagnent de douleurs encore plus fréquentes et éventuellement d'une gêne permanente. Les déformations vertébrales s'accompagnent d'une scoliose ou d'une cyphoscoliose (Fig. 4).

Les fractures du corps vertébral s'observent dans le segment antérieur et s'accompagnent d'un tassement du plateau vertébral supérieur. Ces anomalies ne sont pas toujours visibles sur les vertèbres adjacentes qui peuvent ne pas être atteintes. Chez le sujet âgé, des douleurs et des tassements

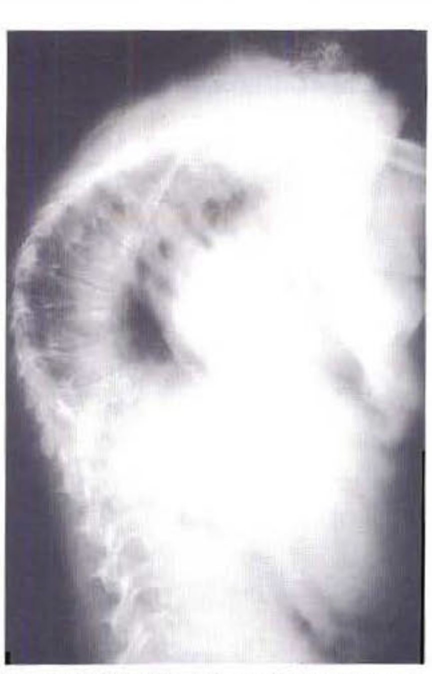


Fig. 4. Cyphose liée à de nombreux tassements cunéiformes des vertèbres thoraciques chez une personne âgée. Il existe une ostéoporose sévère. Le cortex vertébral est aminci mais reste bien défini.

vertébraux peuvent également survenir sur une métastase d'un cancer du sein par exemple. À la différence de l'ostéoporose, une atteinte métastatique entraîne fréquemment la lyse d'un pédicule vertébral.

L'ostéoporose et les fractures sont aussi des complications de l'hypercorticisme, en cas de syndrome de Cushing ou dans le cadre d'une corticothérapie (il semble que la dose seuil soit de 7 mg par jour de prednisolone) : des nécroses épiphysaires peuvent alors s'observer.

De façon prévisible, les anomalies sont plus importantes chez les femmes ménopausées ; néanmoins, elles s'observent également chez les enfants traités pour une polyarthrite idiopathique juvénile avec un facteur d'aggravation lié à l'immobilisation (voir p. 25).

Caractéristiques radiologiques de l'os ostéoporotique

L'os a une corticale dense mais un os spongieux relativement radiotransparent. Après la ménopause, la perte de l'os cortical est plus importante que celle des travées spongieuses. L'augmentation de la résorption endostale de l'os cortical entraîne un amincissement cortical, mais en raison de la persistance des travées corticales normalement minéralisées, la corticale reste bien définie et nette, quoique très amincie. La corticale est bien visible, contrastant avec la médullaire qui perd ses travées osseuses avec un aspect « grisâtre » tandis que la corticale est fine, « tracée au crayon » et « blanche » (Fig. 4).

Ostéoporose

Aspects radiologiques
- Amincissement cortical
- Résorption des travées spongieuses
- Fractures – poignet, hanche, rachis

Caractéristiques de l'ostéoporose
- Histologiquement, les travées osseuses sont diminuées en quantité, mais sont normales en qualité
- Radiologiquement, les corticales sont fines, mais nettes, avec une diminution des travées de l'os spongieux

Causes de l'ostéoporose
- Sénescence, notamment chez la femme
- Immobilisation
- Médicaments – corticoïdes, héparine
- Troubles endocriniens – syndrome de Cushing, hyperthyroïdie

Complications de l'ostéoporose

Fractures du :
- col fémoral
- poignet
- corps vertébraux

Ces tassements peuvent entraîner une déformation (cyphose chez la femme âgée)

Ostéopénie 2 : rachitisme, ostéomalacie et hyperparathyroïdie

Rachitisme et ostéomalacie

Ces formes d'ostéopénie sont peu fréquentes dans les pays développés. Au Royaume-Uni, elles s'observent généralement à la suite d'une carence alimentaire en vitamine D, notamment chez les patients d'origine indienne, associée à une absence d'exposition au soleil qui permet la conversion du cholestérol en précurseurs de la vitamine D. Aux États-Unis, l'étiologie la plus fréquente est la malabsorption intestinale car la vitamine D est liposoluble. Les autres causes peuvent être d'origine rénale ou hépatique.

La minéralisation anormale du tissu ostéoïde rend les travées osseuses anormales à la fois histologiquement et radiologiquement. Comme les travées sont minéralisées de façon partielle et irrégulière, leur aspect sur les radiographies n'est pas aussi net qu'au cours de l'ostéoporose, mais au contraire flou et irrégulier. Les travées osseuses sont mal définies aussi bien dans l'os cortical que spongieux. L'os étant insuffisamment minéralisé, il devient « mou », entraînant des déformations chez l'enfant et chez l'adulte.

Le *rachitisme* est la forme juvénile de cette maladie et s'observe avant la maturation du squelette et la fusion des cartilages de conjugaison. Les enfants rachitiques sont faibles et hypotoniques (Fig. 1). La marche est retardée. Des déformations apparaissent sur les os longs et, dans les cas sévères, sur le crâne.

Radiologiquement, les métaphyses étant insuffisamment minéralisées, le cartilage de conjugaison est élargi et irrégulier. Le ramollissement osseux se traduit par un élargissement métaphysaire qui débute sur les poignets. Sur les côtes, il réalise l'aspect du « chapelet costal » sur les arcs costaux antérieurs. Les articulations sont hypertrophiées et déformées (Fig. 2). Les fractures des os longs et les tassements vertébraux, entraînant une cyphose, peuvent s'observer.

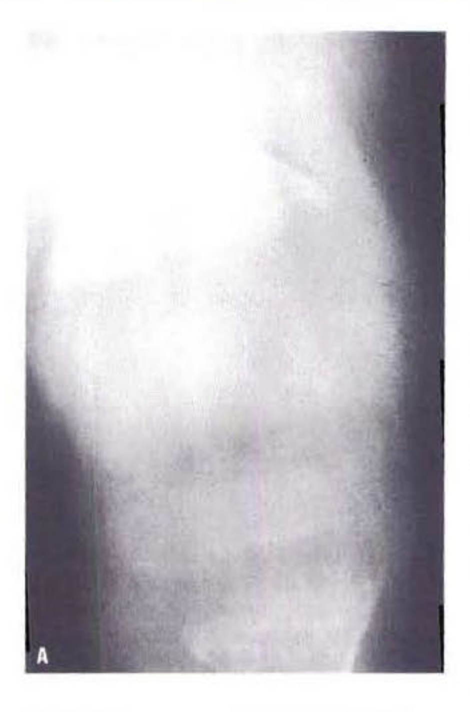
L'*ostéomalacie* est la forme adulte de cette maladie. Les patients présentent des douleurs osseuses et musculaires, s'accompagnant d'une faiblesse à la racine des membres, alors que l'examen histologique des muscles est normal.

Le ramollissement osseux peut entraîner des tassements vertébraux responsables de dorsalgies et de cyphose (Fig. 3) : les vertèbres sont biconcaves.

La lésion caractéristique, histologiquement et radiologiquement, est la pseudofracture de *Looser-Milkman*. Ces stries de Looser-Milkman se traduisent radiologiquement par des hyperclartés transversales cernées de sclérose (Fig. 4). Elles sont composées de tissu ostéoïde non minéralisé et sont douloureuses. Si elles traversent l'épaisseur entière de l'os, elles entraînent une fracture véritable avec une déformation importante. Le ramollissement osseux se traduit également par des déformations, notamment sur le bassin et les os longs.

La forme adulte et la forme juvénile de cette maladie se traduisent toutes deux par une déminéralisation osseuse : l'os cortical ainsi que l'os spongieux y apparaissent flous.

Fig. 1. Rachitisme – déformation importante du squelette. Le patient présente une myopathie et ne peut pas tenir la tête en position verticale (illustration tirée du livre de Looser publié en 1920).



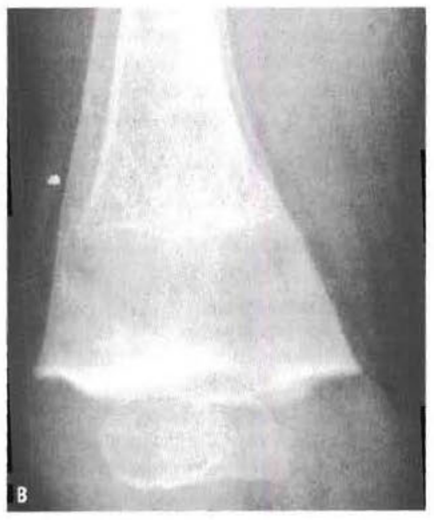


Fig. 2. (A) Rachitisme. Importante déminéralisation des métaphyses de l'extrémité distale du fémur et proximale du tibia, et particulièrement des épiphyses. On distingue à peine les points d'ossification. Les cartilages de conjugaison (entre les métaphyses et les épiphyses) sont élargis, les métaphyses sont irrégulières et effilées ; les extrémités osseuses sont hypertrophiées. Globalement, les épiphyses sont constituées de cartilage non minéralisé. (B) Rachitisme guéri. Après traitement, ossification métaphysaire et normalisation des dimensions du cartilage de conjugaison. Le noyau d'ossification épiphysaire est bien limité et minéralisé. L'image de l'os au stade de carence majeure en vitamine D est visible au sein de l'os reminéralisé après traitement (aspect « d'os dans l'os »).

Fig. 3. Ostéomalacie du rachis lombaire. Tassements des plateaux vertébraux qui ont un aspect biconcave.

Fig. 4. Ostéomalacie du bassin avec des pseudofractures de Looser-Milkman. Des stries transversales radiotransparentes sont visibles autour des foramens obturés, ainsi qu'une déformation osseuse.

Fig. 6. Hyperparathyroïdie. Ostéolyse multifocale au niveau du bassin, s'accompagnant d'un amincissement et d'une expansion de la corticale.

Fig. 5. Hyperparathyroïdie – résorption des phalanges distales et de l'ensemble des travées osseuses. Les os ont un aspect flou.

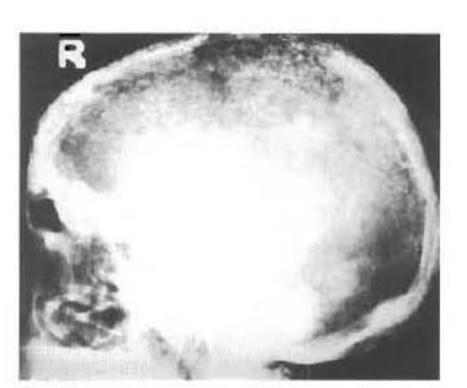


Fig. 7. Hyperparathyroïdie. Déminéralisation de la voûte crânienne d'aspect granulaire.

Hyperparathyroïdie

L'hyperparathyroïdie est une cause rare de déminéralisation osseuse. Elle résulte d'une hypersécrétion d'hormone parathyroïdienne (PTH) généralement liée à un adénome parathyroïdien.

La stimulation des ostéoclastes par la PTH entraîne une résorption osseuse, notamment au niveau de l'os cortical. La résorption osseuse sous-périostée sur les phalanges, associée à une déminéralisation diffuse, est un signe pathognomonique. Les autres anomalies comprennent la résorption de l'extrémité des troisièmes phalanges de la main (Fig. 5). La stimulation des ostéoclastes entraîne également des foyers d'ostéolyse à bords nets, appelés *ostéoclastomes* ou « tumeurs brunes » en raison de leur aspect macroscopique lié à une nécrose tissulaire (Fig. 6).

Sur le crâne, les foyers d'ostéolyse s'accompagnent fréquemment d'une sclérose osseuse réactionnelle (Fig. 7). Une résorption osseuse autour des dents (lamina dura) peut également s'observer.

L'hypercalcémie entraîne par ailleurs des dépôts calciques sur les cartilages – *chondrocalcinose* (mais il s'agit d'une anomalie fréquente chez le sujet âgé), les fibrocartilages (ligament triangulaire du poignet), les vaisseaux ou les reins (calculs).

Les lésions osseuses sévères s'observent rarement de nos jours car une élévation chronique des taux de PTH est rare. La plupart des patients sont dépistés précocement grâce à un prélèvement sanguin.

Symptômes

L'hypercalcémie peut entraîner des calculs rénaux, des anomalies osseuses, des troubles psychiatriques et abdominaux.

Rachitisme, ostéomalacie et hyperparathyroïdie

Causes du rachitisme et de l'ostéomalacie
- Carence alimentaire en vitamine D associée à une exposition insuffisante à la lumière solaire
- Malabsorption intestinale
- Pathologies rénales et hépatiques

Aspects radiologiques du rachitisme
- Élargissement du cartilage de conjugaison
- Élargissement et déformation en cupule de la métaphyse
- Aspect flou des structures osseuses
- Ramollissement et déformations osseuses

Complications du rachitisme et de l'ostéomalacie
- Fractures et déformations en raison du ramollissement osseux
- Tassements vertébraux : vertèbres biconcaves

Ostéomalacie : aspects radiologiques
- Déminéralisation
- Stries de Looser-Milkman
- Ramollissement et déformations osseuses

Hyperparathyroïdie : aspects radiologiques
- Déminéralisation
- Résorption osseuse sous-périostée des phalanges
- Résorption de l'extrémité des troisièmes phalanges
- Ostéoclastomes
- Chondrocalcinose, calcifications vasculaires, rénales

Ostéosclérose

L'ostéosclérose, ou ostéocondensation, se caractérise par une augmentation de la densité osseuse. Cette anomalie est visible sur les radiographies standard et en tomodensitométrie (TDM) et s'accompagne généralement d'une hyperfixation en scintigraphie osseuse. Comme dans l'ostéoporose, l'ostéodensitométrie et la TDM permettent de quantifier la modification de minéralisation osseuse.

Sur une radiographie standard, l'os apparaît plus radio-opaque (plus « blanc ») qu'un os normal, car il contient plus de calcium par unité de volume. Une augmentation de la densité osseuse ne s'accompagne pas toujours d'un renforcement de la résistance osseuse. Les os denses peuvent être plus fragiles parce que leur structure cristalline est altérée et se fracturer plus souvent, tout comme dans l'ostéoporose.

L'ostéosclérose peut être focale ou diffuse (Fig. 1 et 2) et les lésions focales peuvent être uniques ou multiples (Fig. 3).

Chez l'enfant, une condensation osseuse diffuse est rare et peut être liée à une *dysplasie osseuse condensante congénitale*, comme une ostéopétrose (Fig. 4) (voir aussi p. 28). Celle-ci se caractérise par une forme précoce (congénitale) et tardive. Les formes précoces sont généralement plus sévères ; leur transmission peut être héréditaire récessive. L'ostéopétrose se manifeste par un épaississement diffus des os, avec parfois des fractures pathologiques. Lorsque la sclérose envahit la moelle osseuse, une hématopoïèse extramédullaire apparaît avec une hypertrophie de la rate ou du foie.

Chez le sujet âgé, les lésions osseuses condensantes peuvent être uniques, multiples ou diffuses. Les deux causes les plus fréquentes sont la maladie de Paget et les *métastases condensantes* d'un cancer de la prostate chez l'homme et du sein chez la femme.

Les métastases entraînent rarement une hypertrophie osseuse et siègent le plus souvent sur le squelette axial (rachis, bassin), voire les os longs. Des déformations peuvent certes apparaître à la suite de fractures pathologiques, mais les déformations osseuses sont rares.

Maladie de Paget

Cette maladie du sujet âgé réalise une condensation et une hypertrophie osseuses, qui s'accompagnent d'une fragilisation et de déformations osseuses (Fig. 5). Elle peut intéresser un ou plusieurs os. La voûte crânienne est épaissie et le rétrécissement des trous de la base du crâne peut entraîner

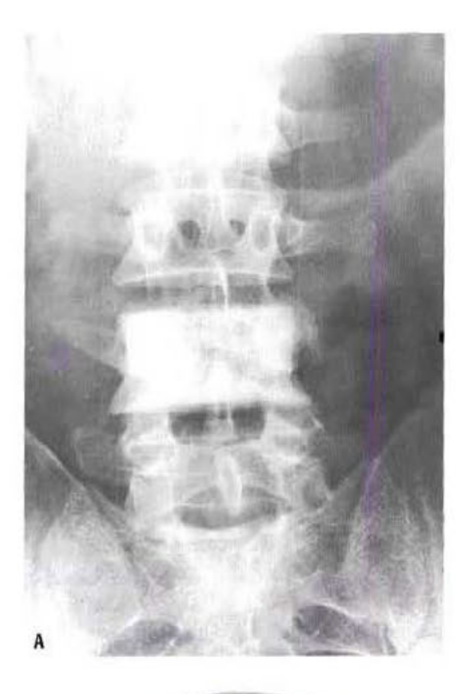


Fig. 1. Maladie de Paget. (A) Condensation isolée du corps vertébral de L4. Discrète augmentation du diamètre transversal du corps de L4 comparativement à celui de L3. Dédifférenciation corticomédullaire. (B) Le cliché de profil montre la condensation du corps vertébral avec une apposition osseuse sur la face antérieure.

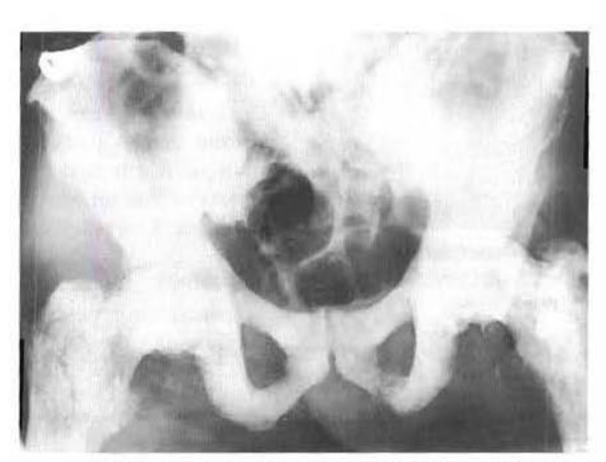


Fig. 2. Métastases d'un cancer de la prostate. Ostéosclérose diffuse et mal limitée. Le sacrum, les lignes innominées et l'extrémité supérieure des fémurs sont atteints. Il persiste quelques territoires osseux de densité normale. Il n'existe aucune hypertrophie osseuse. Chez cet homme âgé, le diagnostic est un cancer prostatique.

Fig. 3. Métastases d'un cancer du sein. Lésions ostéocondensantes multiples du bassin, de la partie inférieure du rachis lombaire et de l'extrémité supérieure des fémurs. Les lésions sont confluentes.

Fig. 4. Ostéopétrose chez un patient jeune. Augmentation pratiquement globale et homogène de la densité osseuse. Il existe également une discrète hypertrophie osseuse, notamment au niveau des foramens obturés. L'aspect « d'os dans l'os » est lié à la nature cyclique de cette maladie, qui se caractérise par la synthèse intermittente d'os normal et pathologique (qui prédomine chez ce patient).

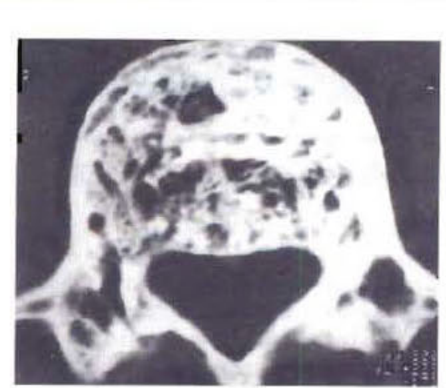


Fig. 6. Maladie de Paget – tomodensitométrie. Dédifférenciation cortico-médullaire, hypertrophie et condensation touchant à la fois le corps et l'arc postérieur. Il persiste néanmoins des territoires de densité faible ou normale, composés de tissu fibreux ou vascularisé.

des paralysies. La fragilisation osseuse favorise l'apparition de fractures transversales. L'hypervascularisation des lésions osseuses peut entraîner une insuffisance cardiaque par hyperdébit. Rarement, la maladie peut dégénérer en ostéosarcome.

La condensation osseuse s'accompagne fréquemment d'une hyperfixation en *scintigraphie* osseuse dans la maladie de Paget et dans les métastases, car il existe une augmentation de l'activité métabolique.

La *TDM* montre une augmentation de la densité osseuse et éventuellement une hypertrophie osseuse, comme dans la maladie de Paget (Fig. 6). Ces deux techniques d'imagerie sont irradiantes.

En imagerie par résonance magnétique (*IRM*), la condensation se traduit par une baisse du signal, que la séquence soit pondérée en T1 ou en T2, car l'os cortical et l'os condensé contiennent beaucoup moins de liquide que la moelle osseuse.

Fig. 5. Maladie de Paget des os longs. (A) La fibula est atteinte en totalité : elle est épaissie et incurvée en raison de son hypertrophie. (B) La condensation et l'hypertrophie osseuse atteignent l'extrémité supérieure du tibia, qui présente une fracture pathologique. La déformation tibiale a entraîné une fracture oblique de la fibula, dont la densité est normale ou diminuée.

Ostéosclérose ou ostéocondensation

Ostéopétrose
- Forme précoce (congénitale) et tardive
- Forme précoce généralement plus sévère
- Transmission parfois héréditaire sous le mode récessif
- Épaississement diffus des os ± fractures pathologiques

Maladie de Paget
- Condensation et hypertrophie osseuse
- Épaississement des corticales
- Os longs : atteinte épiphysaire initiale, puis extension continue vers la diaphyse
- Petits os atteints en totalité
- Déformations et risque de fracture pathologique
- Dégénérescence (rare) en ostéosarcome

Causes des ostéocondensations focales
- Maladie de Paget
- Infarctus osseux
- Îlots condensants bénins
- Ostéomyélite chronique
- Tumeurs ossifiantes bénignes ou malignes (primitives ou secondaires)

Causes des ostéocondensations diffuses
- Métastases
- Lymphomes
- Drépanocytose
  (Cette pathologie peut s'accompagner d'une splénomégalie. La morphologie osseuse est généralement respectée)
- Maladie de Paget
- Ostéodystrophie rénale
- Ostéopétrose et autres dysplasies osseuses sclérosantes.
  (Cette maladie peut s'accompagner d'anomalies morphologiques de l'os)

Douleurs dorsales

Lombalgies et cervicalgies

Dans les pays occidentaux, 85 % de la population souffriront de lombalgies ou des cervicalgies à un moment ou un autre. Elles peuvent être aiguës et sensibles aux antalgiques, mais peuvent aussi devenir chroniques et entraîner une invalidité majeure et gêner le mode de vie du patient.

Les dorsalgies ont de nombreuses étiologies.

Causes des douleurs dorsales

Anomalies congénitales

Elles peuvent entraîner une discopathie dégénérative et une compression radiculaire, comme, par exemple, au-dessus et en dessous d'un bloc vertébral congénital (Fig. 1) ou dans une scoliose.

Infection

Il peut s'agir d'une infection banale, comme la tuberculose, ou plus rare, comme la brucellose dans les zones endémiques.

La *spondylodiscite* atteint généralement le corps vertébral ou le disque, par voie hématogène à partir d'un foyer infectieux situé à distance. L'infection peut s'étendre

Fig. 1. Bloc vertébral congénital entre C5 et C6. Les corps vertébraux sont hypoplasiques dans le plan sagittal. Il existe également un bloc articulaire postérieur et un pincement du disque sous-jacent.

Fig. 3. Infection disco-vertébrale – destruction progressive du disque L1-L2 en un mois. Tassement vertébral, notamment en L1 et lyse progressive des plateaux vertébraux s'accompagnant d'un pincement et d'une destruction du disque par l'infection.

du plateau vertébral au disque adjacent qui se détruit (Fig. 2).

Radiologiquement, on observe un pincement discal et une lyse corticale (encoches sur les plateaux vertébraux). L'infection gagne le plateau et le corps vertébral adjacent de sorte que le disque intervertébral et les deux corps vertébraux adjacents sont atteints (Fig. 3). La scintigraphie osseuse permet de repérer le site des lésions. L'imagerie par résonance magnétique est le meilleur examen pour faire le diagnostic précoce (alors que les clichés standard sont normaux) et pour montrer l'extension de l'abcès aux parties molles adjacentes, en particulier extradurales (Fig. 4).

L'atteinte tuberculeuse du rachis cervical, thoracique ou lombaire s'accompagne volontiers d'abcès des parties molles adjacentes à la spondylodiscite. Au niveau lombaire, le pus se draine le long des muscles adjacents et un abcès parfois très volumineux du psoas peut apparaître. La cicatrisation des lésions tuberculeuses s'accompagne de calcifications importantes, de déformations et de blocs vertébraux, particulièrement fréquents avec ce germe.

La spondylodiscite peut entraîner une compression médullaire et un déficit neurologique.

Traumatismes

Il peut s'agir de lésions mineures des parties molles du rachis ou de traumatisme rachidien majeur à la suite d'une chute ou d'un accident de la voie publique (Fig. 5).

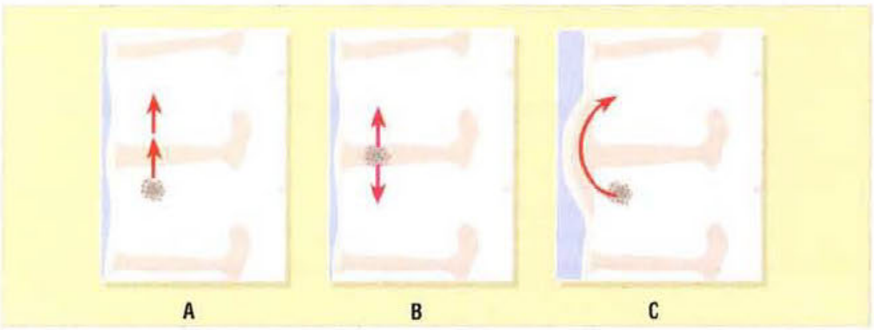


Fig 2. Extension d'une infection disco-vertébrale. Le foyer infectieux peut s'étendre du corps vertébral vers le disque adjacent (A), ou d'un disque vers les corps vertébraux voisins (B). La dissémination peut également se faire par voie antérieure le long du ligament longitudinal antérieur (C), comme dans la tuberculose.

Fig. 4. Spondylodiscite tuberculeuse. L'IRM montre l'atteinte d'au moins deux corps vertébraux et de l'espace intervertébral. Le disque n'est plus visible au centre de la lésion. L'abcès tuberculeux bombe en avant et en arrière, dans le canal rachidien.

Les fractures rachidiennes peuvent être *stables*, sans risque de déplacement, ou *instables*, comportant alors un risque de compression médullaire et de déficit neurologique.

Tumeurs

Des *tumeurs bénignes* (voir p. 18) peuvent survenir sur les vertèbres, généralement dans l'arc postérieur, chez l'enfant et l'adolescent. Elles n'entraînent généralement pas de conséquence grave, mais peuvent s'accompagner de douleurs et de déformation rachidienne.

Les *tumeurs malignes primitives* du rachis sont rares, tandis que les *métastases* sont fréquentes à partir de 45–50 ans. L'envahissement tumoral, la lyse des corps vertébraux et des pédicules, les tassements, entraînent des douleurs sévères permanentes et une déformation rachidienne, parfois associées à une compression médullaire avec un déficit neurologique.

Troubles métaboliques

L'ostéoporose est fréquente chez les sujets âgés et chez les femmes ménopausées. Un traumatisme mineur peut entraîner un tassement vertébral qui entraîne des douleurs osseuses importantes : il s'agit de fractures véritablement pathologiques.

L'ostéomalacie est moins fréquente, mais elle s'accompagne également de tassements vertébraux et de douleurs osseuses et des parties molles.

Arthropathies : polyarthrite rhumatoïde, spondylarthrite ankylosante et autres connectivites

Une érosion osseuse peut s'observer dans la polyarthrite rhumatoïde comme dans la

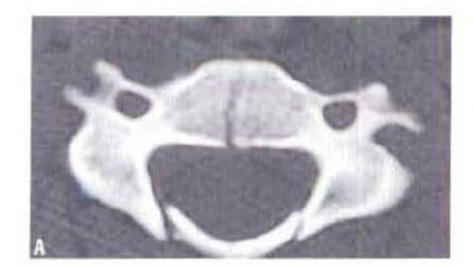


Fig. 5. Fracture du rachis cervical. (A) La TDM montre une fracture sagittale du corps vertébral de C4 et une fracture bilatérale des lames. (B) Coupe sagittale d'IRM pondérée en T2 montrant une rupture totale d'un long segment de la moelle cervicale. La solution de continuité dans la moelle est remplie de liquide cérébro-spinal. Les hypersignaux des corps vertébraux adjacents témoignent d'une hémorragie et d'un œdème locaux.

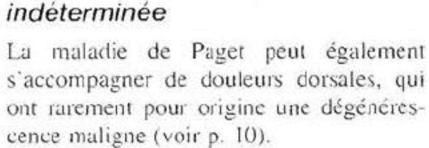
Fig. 6. Polyarthrite rhumatoïde. (A) Le cliché de profil montre la subluxation antérieure de C1 sur C2. La pointe de l'apophyse odontoïde est à peine visible. Rétrécissement important du canal rachidien en arrière de C2. Anomalies des parties molles de l'oropharynx. (B) Coupe sagittale d'IRM pondérée en T1 montrant la compression de la moelle qui est bien visible sous la lésion mais pas au niveau ni au-dessus de celle-ci.

spondylarthrite ankylosante (voir l'encadré 1 pour la définition de ce terme et d'autres termes fréquemment utilisés). Au cours de la *polyarthrite rhumatoïde*, les légions érosives du rachis cervical intéressent l'apophyse odontoïde : elles peuvent s'accompagner d'une rupture du ligament transverse et aboutir à une instabilité C1-C2 et à une compression médullaire (Fig. 6).

Formation des syndesmophytes

La cicatrisation des lésions érosives de la spondylarthrite ankylosante s'accompagne d'une néoformation osseuse importante (ce qui n'est pas le cas au cours de la polyarthrite rhumatoïde), qui peut conduire à une fusion des vertèbres rachidiennes et des articulations sacro-iliaques. Ces néoformations osseuses verticales – *syndesmophytes* – fusionnent pour donner un aspect noueux du rachis, appelé également « rachis bambou » (voir p. 23).

Pathologies d'étiologie indéterminée



La maladie de Paget peut également s'accompagner de douleurs dorsales, qui ont rarement pour origine une dégénérescence maligne (voir p. 10).

Encadré 1. **Termes fréquemment utilisés**

Arthrose

Pathologie dégénérative articulaire généralement liée au vieillissement

Spondylarthrite

Comme dans la *spondylarthrite ankylosante*, elle correspond à une pathologie inflammatoire du rachis

Spondylodiscite

Infection du disque et des vertèbres adjacentes

Spondylite

Infection du corps vertébral

Spondylolyse

Une solution de continuité bilatérale sur les pars interarticularis (isthme) qui sépare les apophyses articulaires supérieure et inférieure peut aboutir à un *spondylolisthesis* (ou glissement vertébral). Il s'agit généralement d'un déplacement antérieur de L5 sur S1. Le disque présente fréquemment une dégénérescence, tandis que les lyses isthmiques peuvent entraîner des douleurs

Ostéophyte

Excroissance osseuse au niveau d'une surface articulaire ou d'un plateau vertébral qui s'observe habituellement au cours des pathologies dégénératives (arthrose)

Syndesmophyte

Pont osseux vertical entre deux corps vertébraux adjacents le long du disque intervertébral. S'observe au cours de la spondylarthrite ankylosante

Exploration radiologique des douleurs dorsales

- Les radiographies standard sont les plus fréquemment utilisées, mais elles sont souvent peu contributives au diagnostic
- Devant un tableau infectieux, l'IRM, comme la scintigraphie, est plus sensible que les clichés standard, mais elle est plus spécifique que la scintigraphie
- Des complications neurologiques peuvent résulter d'une discopathie, d'une spondylodiscite, d'une tumeur ou d'un traumatisme vertébral. L'IRM est le meilleur examen pour visualiser la moelle épinière

Discopathies

Imagerie du rachis

Au Royaume-Uni, 1,5 millions de patients bénéficient de radiographies sans préparation motivées par des lombalgies, ce qui correspond à 27/1000 habitants. Il s'agit donc d'une pathologie onéreuse qui entraîne une irradiation non négligeable, notamment lorsque des incidences complémentaires sont pratiquées en plus des incidences classiques de face et de profil.

Le cliché standard est l'examen le moins onéreux et le plus largement disponible dans le bilan des pathologies rachidiennes : il permet d'exclure une atteinte vertébrale et, parallèlement, confirme une pathologie discale se traduisant par un pincement discal et des ostéophytes (Fig. 1). Ces clichés montrent également l'alignement des vertèbres et les anomalies postérieures dégénératives ou inflammatoires, mais ils ne permettent pas de visualiser les muscles, les ligaments, les tendons et les nerfs.

Fig. 1. Anomalies dégénératives avec pincements discaux, ostéophytose marginale et scoliose dégénérative.

Au cours de la *radiculographie*, une solution de contraste iodée hydrosoluble est injectée dans l'espace sous-arachnoïdien lors d'une ponction lombaire (voir p. 3). Le produit de contraste se mélange avec le liquide céphalorachidien qui devient opaque – « blanc » – aux rayons X (Fig. 2). Une hernie discale peut entraîner une compression du sac dural et des racines nerveuses.

Les complications de la radiculographie comprennent les céphalées sévères et, exceptionnellement, la méningite. Cette technique expose également le patient aux rayons ionisants. Elle a été largement supplantée par l'IRM.

La *tomodensitométrie (TDM)* permet d'obtenir d'excellentes images de l'os dans le plan axial et permet de mettre en évidence les spondylolisthesis et la sténose canalaire. La TDM met également en évidence les hernies discales et les compressions radiculaires locales mais pas aussi nettement que l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Fig. 2. Cliché de face d'une radiculographie. Le produit de contraste injecté dans l'espace sous-arachnoïdien met en évidence les racines nerveuses. Chaque racine nerveuse a le nom du pédicule sous lequel elle émerge. Ainsi, la racine nerveuse gauche L4 émerge sous le pédicule gauche de L4 (cet examen est rarement pratiqué).

Fig. 3. Discopathie dégénérative avec hernie discale – IRM pondérée en T2. Anomalie du disque L5-S1 : son signal est devenu moins intense que celui du disque de l'espace sus-jacent qui est mieux hydraté. Volumineuse hernie discale postérieure comprimant le sac dural (flèche).

L'*IRM* est actuellement l'examen de choix devant un tableau de lombosciatique résistant au traitement médical (Fig. 3) ; en effet, il existe des arguments importants *contre* la prescription de clichés standard, sauf en cas de suspicion d'infection ou de lésion maligne. Le cliché du rachis lombaire entraîne une exposition importante à des doses de rayons ionisants qui sont équivalentes à celles de 65 radiographies thoraciques, alors qu'il apporte rarement des arguments décisifs en vue du diagnostic, du pronostic ou du traitement des lombalgies.

Discopathies

Chez l'adulte jeune, un traumatisme discal aigu peut entraîner une rupture de l'anneau fibreux et une hernie du nucleus pulposus. Le traumatisme discal peut être douloureux et la hernie discale peut entraîner une compression médullaire ou radiculaire.

Chez les patients âgés, la sénescence s'accompagne toujours d'une dégénérescence discale. L'anneau fibreux se fissure et ses fibres se disjoignent. La déshydratation entraîne un pincement discal. Il apparaît donc des anomalies au niveau de l'alignement articulaire postérieur de sorte que les trous de conjugaison sont plus étroits, laissant moins de place aux racines nerveuses. La compression radiculaire est aggravée par l'existence d'ostéophytes articulaires postérieurs liés à une arthrose (Fig. 4).

La dégénérescence discale apparaît en IRM comme une baisse du signal en T2, lié à la déshydratation, avec un pincement du disque pathologique. Il peut exister une hernie discale dans le canal rachidien. Les

Fig. 4. Hernie discale. Coupe axiale d'IRM pondérée en T1 montrant une hernie discale gauche. La racine droite est bien visible sous forme d'un signal faible entouré de graisse dans le foramen, tandis que la racine gauche n'est pas visible. Elle est comprimée par la hernie discale (flèche).

Fig. 5. Discopathie dégénérative. (A) Le disque L3-L4 a une hauteur normale et un signal intense témoignant d'une hydratation normale. En revanche, les disques L4-L5 et L5-S1 ont perdu leur signal élevé et présentent une hernie discale postérieure. En arrière du disque L4-L5, il existe une zone de signal élevé (flèche), témoignant d'une déchirure annulaire postérieure. (B) IRM pondérée en T2. Les anomalies osseuses réactionnelles de part et d'autre des disques dégénérés (flèches) correspondent souvent à une inflammation locale associée aux douleurs dorsales.

fissures au niveau de l'anneau discal sont comblées par du liquide et donnent des *zones de signal intense* (Fig. 5A) : ces territoires sont généralement le siège de phénomènes douloureux.

La dégénérescence discale s'accompagne également d'anomalies réactionnelles visibles sur les plateaux vertébraux (Fig. 5B).

Formation des ostéophytes

Le pincement discal et l'hypertrophie des parties molles paradiscales entraînent une ossification de ces parties molles – vraisemblablement un phénomène d'étayage pour prévenir les déformations. Ces néoformations osseuses paradiscales sont généralement horizontales et sont appelées des *ostéophytes* (Fig. 1).

Discopathies

Lombago

(avec ou sans sciatique, mais en l'absence d'infection sévère)

- Les *clichés standard* ne sont pas contributifs, sauf en cas de tassement vertébral ostéoporotique
- L'*IRM* est indiquée en cas d'échec du traitement médical

Lombalgies chroniques

(en l'absence de signe d'une atteinte infectieuse ou néoplasique)

- Les *clichés standard* ne sont pas sensibles. De nombreux patients âgés asymptomatiques ont des signes radiologiques d'arthrose. Cet examen peut être utile chez les sujets jeunes pour exclure une spondylarthrite ankylosante ou un spondylolisthesis
- Pratiquer une *IRM* si une intervention chirurgicale est envisagée

Lombalgies présentant des critères de gravité

- Sujet jeune
- Sujet très âgé
- Signes neurologiques
- Contexte de mauvais état général
- Antécédents de pathologie maligne
- VIH
- Perte de poids
- Les *clichés standard* peuvent être trompeurs mais ils sont généralement pratiqués. L'examen de choix est l'*IRM*. La *scintigraphie* permet d'éliminer les métastases et les ostéites. Si l'IRM n'est pas disponible, pratiquer une TDM. La TDM montre bien les anomalies osseuses

Ostéite et arthrite septique

L'infection d'un os ou d'une articulation peut survenir par voie directe (lors d'un trauma ouvert par exemple) ou par voie hématogène (avec une porte d'entrée à distance, comme une infection cutanée).

Arthrite septique

Chez l'enfant, de nombreuses arthrites sont secondaires à une ostéite de la métaphyse qui est intracapsulaire. La métaphyse est exposée à l'infection chez l'enfant car ses vaisseaux ne traversent pas le cartilage de conjugaison, mais se terminent localement dans un réseau caverneux, où le sang stagne, prédisposant à la greffe d'embols septiques.

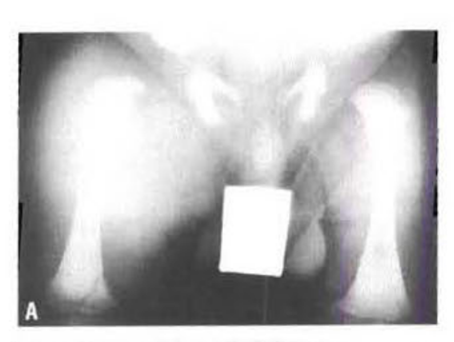


Fig. 1. Arthrite septique. (A) Chez le nourrisson, l'épanchement articulaire peut être tellement volumineux qu'il entraîne une luxation de hanche. Chez ce nouveau-né, la hanche gauche a une situation normale. La cuisse droite est hypertrophiée et la hanche droite luxée par un volumineux épanchement purulent intra-articulaire. (B) Cinq jours plus tard, on note des modifications importantes sur le fémur à type d'appositions périostées. L'infection s'est étendue le long de la médullaire, entraînant une réaction corticale et une volumineuse apposition périostée. (C) Trois mois plus tard, après antibiothérapie, les anomalies osseuses se sont stabilisées, avec un aspect d'ostéite chronique. Une néoformation osseuse a intégré les appositions périostées, avec apparition de séquestre (os nécrotique) de forme linéaire et destruction métaphysaire. L'épiphyse proximale a disparu, laissant prévoir des troubles de croissance.

La douleur, la limitation de mouvements, et les symptômes généraux de toute infection sont les signes révélateurs des arthrites septiques.

Les clichés standard sont normaux pendant les 7 à 10 premiers jours alors que 50 % d'os peut déjà être détruit. Un épanchement articulaire peut cependant s'observer (Fig. 1).

Le signe le plus précoce est la déminéralisation locale après le 10ᵉ jour.

Les modifications tardives associent un pincement global de l'interligne, une déminéralisation, des lacunes et des encoches des deux berges de l'articulation (Fig. 2) : ces anomalies tardives sont visibles sur les clichés standard, la TDM et l'IRM.

L'échographie fait le diagnostic précoce d'un épanchement articulaire qui peut être confirmé par une ponction échoguidée (Fig. 3). Le diagnostic de l'infection et la nature du germe peuvent être ainsi affirmés et conduire à un traitement approprié.

L'*IRM* montre précocement l'épanchement articulaire, l'œdème des deux berges articulaires : elle est très sensible dans le diagnostic d'arthrite.

La *scintigraphie* est également sensible, montrant l'hypervascularisation locale ; elle est cependant moins spécifique que l'IRM car elle n'offre pas d'étude morphologique ; elle a l'intérêt majeur de rechercher un autre foyer d'infection ostéo-articulaire.

Fig. 2. Arthrite septique. Épaississement visible des parties molles péri-articulaires. Pincement global de l'interligne coxo-fémoral, avec érosion des surfaces articulaires, particulièrement de l'acétabulum. La déminéralisation péri-articulaire est liée à l'infection ; l'hyperdensité de la tête fémorale est liée à la nécrose secondaire.

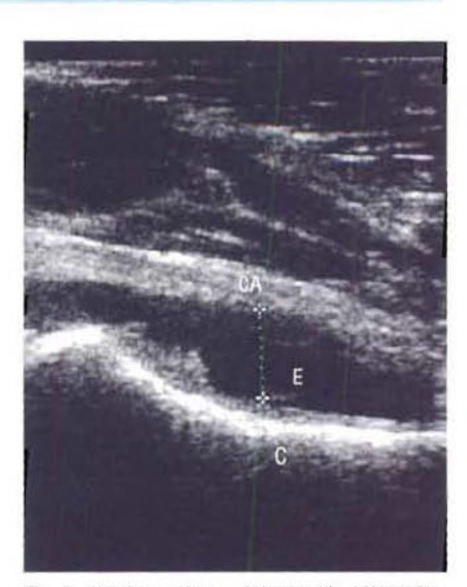


Fig. 3. Arthrite septique – échographie. L'épanchement articulaire sépare la face antérieure de la capsule de la corticale du col fémoral (avec l'aimable autorisation de Dr. P.O'Donnell). CA = capsule antérieure, E = épanchement, C = corticale du col fémoral.

Ostéomyélite

Là encore, l'hyperhémie entraîne une déminéralisation locale, qui ne sera pas visible avant que 50 % de l'os ne soit détruit localement. Tardivement, une ostéolyse apparaît, entraînant une lacune radiotransparente, parfois associée à une apposition périostée unilamellaire.

Destruction osseuse et nécrose

Plus tardivement, des fragments d'os nécrotique, appelés des séquestres (Fig. 4), apparaissent. Ils ont l'aspect d'os hyperdense parfois linéaire, situé dans une ostéolyse. Cet os dévitalisé, n'ayant pas d'apport vasculaire, reste dense.

Le pus sort de l'os spongieux par des canaux et rompt la corticale, entraînant un déplacement du périoste. Celui-ci fabrique l'os et devient alors visible en regard de la destruction corticale (Fig. 4). On appelle ce phénomène une réaction périostée ou une périostite. Comme pour l'arthrite, *le cliché standard* est normal au début d'une ostéomyélite ; les anomalies n'apparaissent que tardivement. L'*IRM* montre précocement l'œdème médullaire, les abcès intra-osseux et des parties molles : ces abcès contenant du pus sont en hypersignal sur les séquences T2 (cet hypersignal est bien visible au sein de la moelle osseuse en bas signal sur la séquence en suppression de graisse) ; leur signal est bas sur les séquences T1. La coque des abcès est hypervascularisée : son signal se rehausse donc sur la séquence T1 après injection intraveineuse de Gadolinium.

Fig. 4. Ostéomyélite de l'ulna. Noter l'hyperostéose (H), le séquestre (S) et la rupture corticale (C) laissant le passage au pus.

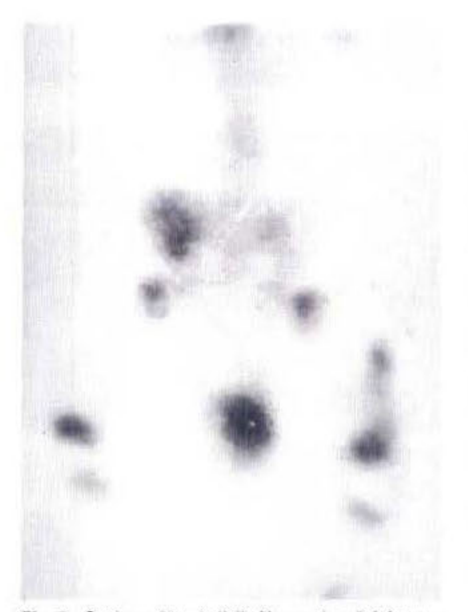


Fig. 5. Ostéomyélite de l'aile iliaque. Le cliché standard montrait une ostéolyse. La scintigraphie montre une hyperfixation du traceur. Les leucocytes peuvent être marqués avec un isotope ; ces cellules migrent vers le lieux de l'infection et peuvent, après un intervalle libre, montrer une hyperfixation.

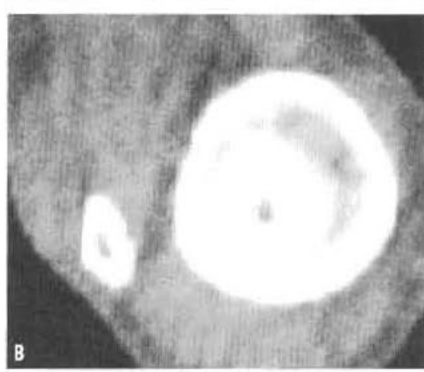


Fig. 6. Abcès de Brodie. (A) Le cliché standard montre une ostéolyse entourée d'une condensation, située sur la métaphyse inférieure du tibia. (B) La TDM confirme cette ostéolyse entourée d'une large plage de condensation intramédullaire.

La rupture corticale, l'apposition périostée et le séquestre sont moins bien visibles en IRM. Les parties molles adjacentes peuvent parfois ne présenter qu'un œdème au stade précoce. Ainsi l'IRM est à la fois sensible et spécifique dans le diagnostic d'ostéomyélite.

La *scintigraphie* montre une hyperhémie avec une hypervascularisation locale sur les clichés précoces et une hyperfixation sur les clichés tardifs (Fig. 5). Cet examen est sensible, mais moins spécifique que l'IRM, quoique des traceurs (Gallium, leucocytes marqués) le soient plus.

L'ostéomyélite chronique peut se présenter comme une lacune osseuse avec une condensation périphérique : c'est l'aspect typique de l'abcès de Brodie (Fig. 6) (voir tableau 1 pour les aspects de l'ostéite aiguë, subaiguë et chronique).

Contrairement à l'IRM, la *TDM* montre très bien la réaction périostée, le séquestre et la rupture corticale. Elle est utilisée dans l'ostéite chronique, alors qu'il existe une condensation et une hyperostose responsable d'une soufflure corticale.

Tableau 1. **Ostéite**

	Douleur	Tuméfaction	Anomalie osseuse
Aiguë	+++	+++	±
Subaiguë	+	+	+
			++
Chronique	±	±	+ +
			+++

Ostéite et arthrite

Imagerie de l'arthrite septique
- Les clichés standard sont normaux dans les 7 premiers jours
- L'échographie confirme l'épanchement articulaire et permet la ponction pour l'étude microbiologique
- L'IRM montre précocement les anomalies osseuses, articulaires et des parties molles
- La scintigraphie est très sensible

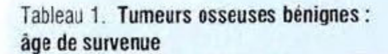
Aspect radiologique de l'ostéite
- Clichés standard normaux au stade initial
- Ostéolyse et réaction périostée unilamellaire
- Puis rupture corticale
- Apposition périostée pluri-lamellaire
- Séquestre (os nécrotique) dense à l'intérieur de l'ostéolyse
- Ostéite chronique : topographie périostée, corticale et/ou spongieuse
- Condensation, ostéolyse, soufflure corticale, appositions périostées

Tumeurs osseuses bénignes

Les tumeurs osseuses bénignes sont le plus souvent uniques, avec quelques exceptions, comme l'enchondromatose ou la maladie exostosante familiale. Elles surviennent plus fréquemment chez l'enfant et l'adolescent, avant disparition du cartilage de croissance (Tableau 1) ; chacune survient avec prédilection dans certaines tranches d'âge et sur certaines pièces squelettiques. Étant souvent asymptomatiques, elles sont généralement de découverte fortuite ou bien sont révélées par une fracture pathologique.

Une tumeur bénigne est évoquée devant une ostéolyse à contours très nets, parfois entourée d'un liseré de condensation ou devant une condensation homogène très bien limitée ; la corticale est soit épaissie, soit soufflée et donc amincie ; s'il existe une réaction périostée, elle est de type unilamellaire. On ne note pas de rupture corticale, de masse des parties molles ou de traversée des cartilages (Encadré 1). Certaines tumeurs bénignes cartilagineuses présentent des micro-calcifications ponctuées en leur sein (exemple : chondrome) (Fig. 1). Les tumeurs osseuses bénignes ostéo-formatrices sont condensées (exemple : ostéome). Les lésions n'ayant aucune matrice ni cartilagineuse ni osseuse se présentent comme une ostéolyse homogène (exemple : kyste essentiel, kyste anévrysmal, tumeur à cellules géantes et lipome) (Fig. 2).

Tableau 1. **Tumeurs osseuses bénignes : âge de survenue**



Tumeurs (ou pseudo-tumeurs) bénignes	**Âge en années**
Granulome éosinophile	2–30
Kyste solitaire, défect cortical, fibrome non ossifiant, kyste anévrysmal	5–20
Ostéochondrome (ou exostose)	5+
Chondrome	10+
Ostéome ostéoïde, dysplasie fibreuse	10–30
Tumeur à cellules géantes	20–45

Encadré 1. **Aspect radiologique des tumeurs osseuses bénignes**

Les tumeurs osseuses bénignes sont :
- bien limitées, avec une zone de transition très fine entre l'os normal et pathologique
- entourées par un liseré de condensation d'épaisseur variable, séparant la tumeur de l'os normal
- d'évolution lente : leur taille ne varie pas ou peu sur des radiographies successives
- souvent rondes ou ovales jusqu'à ce qu'elles atteignent la corticale. Elles peuvent souffler la corticale qui s'amincit et se déplace en dehors, mais qui ne seront typiquement pas associées à une masse des parties molles

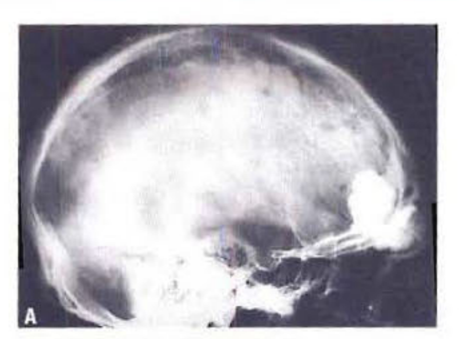


Fig. 1. (A) Ostéome. Cette volumineuse tumeur du sinus frontal est très dense ; ses contours polylobés sont nets. (B) Dysplasie fibreuse. L'ostéolyse fémorale supérieure a un aspect en « verre dépoli » d'aspect flou ; elle est entourée d'un liseré épais de condensation. Il s'agit d'un site fréquent de la dysplasie fibreuse qui peut parfois souffler fortement la corticale. (C) Chondrome. C'est la tumeur bénigne la plus fréquente des mains. L'ostéolyse a des contours très nets avec un fin liseré de condensation périphérique ; elle souffle fortement la corticale ; elle contient des micro-calcifications ponctuées, témoignant de sa matrice cartilagineuse.

Fig. 2. (A). Kyste essentiel de l'os. Ostéolyse soufflant légèrement la corticale de la métaphyse humérale supérieure chez un enfant. La lacune contient quelques travées de refend. L'IRM, en pondération T2 avec suppression de la graisse, affirme le contenu liquide de ce kyste car il est en hypersignal très franc. (B) Kyste anévrysmal. Ostéolyse métaphysaire supérieure de la fibula chez un enfant ; l'ostéolyse souffle beaucoup la corticale qui est amincie mais non rompue. L'IRM montre un niveau liquide intralésionnel, témoignant du contenu sanguin de ce kyste (les hématies sont déclives ; le niveau est vertical, car le patient est examiné en décubitus). (C) Tumeur à cellules géantes. Ostéolyse métaphyso-épiphysaire de l'extrémité supérieure du tibia chez une femme jeune, après disparition de ses cartilages de conjugaison. La localisation épiphysaire est très évocatrice du diagnostic. L'IRM, en séquence T2 après suppression de graisse, montre un hypersignal modéré, témoignant de la nature tissulaire de la tumeur (dans cette séquence, la graisse médullaire est en hyposignal franc).

Tomodensitométrie

Les coupes sont réalisées dans le plan axial et peuvent être reconstruites dans le plan sagittal ou coronal ; la mesure de la densité de la tumeur aide à son diagnostic de nature. Un lipome a une densité très basse (entre −30 et −100 unités Hounsfield) (Tableau 2) ; un kyste a une densité liquide

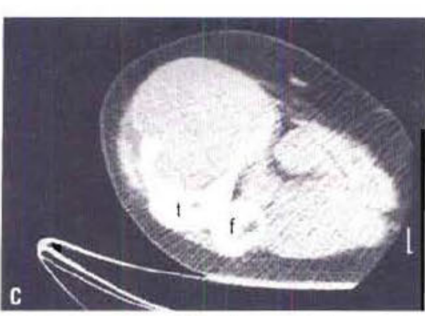


Fig. 3. Tumeur à cellules géantes. (A) La radiographie de cheville de face montre une ostéolyse métaphyso-épiphysaire de l'extrémité inférieure du tibia ; la lésion souffle discrètement la corticale. (B) La scintigraphie montre que la lésion est unique. (C) La TDM en coupe axiale montre que la tumeur a une densité tissulaire. Elle souffle énormément la corticale qui est extrêmement amincie mais préservée (fine lamelle hyperdense entourant la tumeur osseuse). T : tibia ; F : fibula.

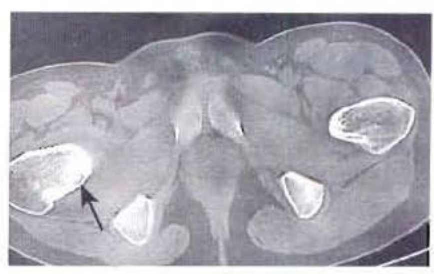


Fig. 4. Ostéome ostéoïde – TDM. Le nidus (flèche) se présente comme une ostéolyse à contours nets, qui est entourée d'une large plage d'os condensé réactionnel ; le nidus contient une calcification hyperdense.

Tableau 2. **Échelle des densités en TDM : unités Hounsfield**

–1000	Air
–30 à –100	Graisse
0 à 20	Liquide
20 à 100	Tissu
1000	Os

proche de 0. Les tumeurs solides ont une densité proche de 70 (Fig. 3). Les calcifications sont extrêmement denses (Fig. 4).

Imagerie par résonance magnétique

En IRM, le signal dépend de la quantité de protons situés dans la lésion (voir p. 4). Ainsi, le liquide des kystes osseux a un signal extrêmement intense sur la séquence pondérée T2 avec suppression de graisse ; en revanche, la graisse des lipomes a un signal élevé en séquence pondérée en T1 mais qui disparaît après suppression de graisse. Les tumeurs cartilagineuses, en raison de leur contenu liquide important, ont un signal proche de celui des kystes, mais sont généralement hypervascularisées. Les tumeurs solides sont en hyposignal modéré en T1 et en hypersignal modéré en T2.

Les calcifications ont un signal très bas sur toutes les séquences et ne sont pas visibles lorsqu'elles sont de petite taille.

Les tumeurs à contenu fibreux sont en hyposignal quelle que soit la séquence. Les tumeurs hypervascularisées ont un signal rehaussé après injection de gadolinium intraveineux.

L'aspect radiologique de tumeurs bénignes peut être modifié à la suite d'un traumatisme ou d'une transformation maligne (exemple : tumeur à cellules géantes).

Scintigraphie

La scintigraphie (Fig. 3) va montrer une hyperfixation intense si la lésion est hypervasculaire (exemple : ostéome ostéoïde) mais si la tumeur est kystique, seule sa périphérie va se rehausser. Son indication majeure réside dans la recherche d'un ostéome ostéoïde chez un patient présentant des douleurs, avec des clichés standard normaux ; elle est supplantée par la TDM, dans cette indication, quand la douleur est localisée.

Tumeurs osseuses bénignes

Exploration radiologique

- Cliché standard : toujours en première intention
- IRM : elle aide à la caractérisation (contenu graisseux, liquide, cartilagineux, solide). Cette exploration est préférable car elle n'irradie pas ces jeunes patients
- TDM : elle doit être préférée pour l'étude des corticales, des calcifications et des ossifications. Examen de choix pour l'ostéome ostéoïde
- Scintigraphie : rarement utile

Tumeurs osseuses malignes

Les tumeurs malignes des os peuvent être uniques ou multiples. Les lésions multiples s'observent généralement dans les métastases osseuses ou le myélome. Les patients ont généralement plus de 45 ans, tranche d'âge où les tumeurs malignes primitives deviennent rares.

Âge de survenue

Les tumeurs malignes primitives des os sont généralement uniques et surviennent chez les jeunes, contrairement aux métastases et au myélome (Tableau 1).

Aspect radiologique des tumeurs osseuses malignes

Leur croissance rapide est responsable du caractère mal limité des lésions qui sont perméatives, traversant l'os (Encadré 1, Fig. 1). La corticale est rapidement rompue, particulièrement dans les tumeurs malignes primitives, avec une extension aux parties molles, souvent associée à une réaction périostée de type spiculaire ou pluri-lamellaire, avec triangle de Codman.

Tableau 1. **Tumeurs osseuses malignes : âge de survenue**

Lésions	Âge en années
Leucémie, neuroblastome	0–5
Sarcome d'Ewing	5–25
Ostéosarcome	10–25 60–80 (alors secondaire à une maladie de Paget ou à une irradiation antérieure)
Fibrosarcome	20–40
Lymphome malin des os	25–60
Chondrosarcome	30–60
Métastases et myélome	45–80

Encadré 1. **Signes radiologiques des tumeurs osseuses malignes**

Les tumeurs osseuses malignes sont :
- mal définies, avec une large zone de transition entre l'os normal et pathologique
- sans condensation osseuse périphérique
- d'évolution rapide sur des radiographies successives
- responsables d'une rupture corticale, et d'une réaction périostée spiculaire avec triangle de Codman
- généralement associées à une extension aux parties molles

Si la tumeur est ostéogénique, la masse des parties molles peut contenir des ossifications (Fig. 2 et 3). Si la tumeur maligne est de nature cartilagineuse, la masse des parties molles peut contenir des calcifications cerclées (en périphérie des lobules cartilagineux radio-transparents).

L'IRM est le meilleur examen pour faire le bilan d'extension local de la tumeur à la fois dans la moelle osseuse et dans les parties molles. Les tumeurs malignes en IRM sont souvent hétérogènes (Tableau 2, Fig. 4), contrairement aux tumeurs bénignes.

Fig. 1. Sarcome d'Ewing. Ostéolyse perméative (« vermoulue », atteignant l'os médullaire et la corticale), à bords flous, de la diaphyse humérale. Noter une apposition périostée (flèche).

Fig. 2. Ostéosarcome de l'extrémité supérieure de l'humérus. Ostéocondensation centrée sur la métaphyse, mais s'étendant vers la diaphyse et l'épiphyse humérales ; rupture corticale avec appositions périostées de type spiculaire ; matrice osseuse visible dans les parties molles.

Fig. 3. Ostéosarcome à l'extrémité supérieure de la fibula. (A) Le cliché standard montre une volumineuse masse des parties molles du mollet : condensation osseuse avec néoformation osseuse dans les parties molles. (B) La scintigraphie montre une hypertixation tumorale dans la fibula, mais aussi une métastase ossifiée du poumon (flèche).

La scintigraphie a pour intérêt de rechercher des métastases dans les autres os et parfois dans les poumons, lorsqu'elles sont ossifiées (exemple : ostéosarcome, Fig. 3).

La TDM a pour intérêt de rechercher des métastases aux poumons ou aux viscères abdominaux.

Métastases et myélome

Les métastases des os sont souvent multiples et peuvent être de petite taille ; elles ne

Tableau 2. **Anomalie de signal des tumeurs osseuses malignes en IRM**

Phénomènes expliquant l'aspect hétérogène	Séquence T1	Séquence T2	Suppression de graisse
Néovascularisation - artérielle	Bas	Bas	Bas
- veineuse	Intermédiaire	Intense	Intense
Modification kystique	Bas	Intense	Intense
Nécrose	Intermédiaire	Intense	Intense
Condensation	Bas	Bas	Bas
Stroma	Intermédiaire	Intermédiaire	Intermédiaire / intense

Fig. 6. Métastases d'un cancer du sein : ostéolyse de type perméatif (« vermoulue ») des 2/3 inférieurs du radius.

Fig. 4. Ostéosarcome de l'extrémité inférieure du fémur – IRM, coupe sagittale pondérée en T1. Tumeur métaphysaire en hyposignal, avec rupture corticale ; la néo-formation osseuse est en hyposignal, aussi bien dans la métaphyse que dans les parties molles. (elle correspond aux zones de condensation sur les clichés standard).

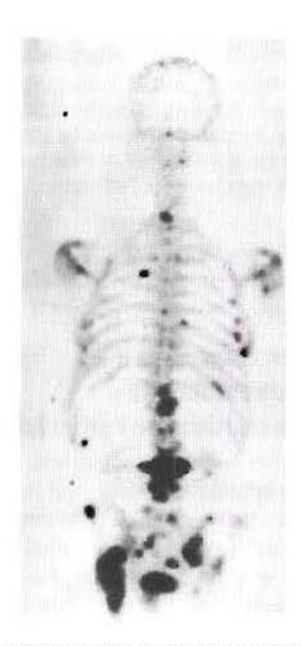


Fig. 5. Métastases d'un carcinome de prostate. La scintigraphie montre des lésions métastatiques hyperfixantes diffuses.

Fig. 7. Myélome. La coupe sagittale d'IRM pondérée T2 montre le tassement vertébral avec le bombement du mur vertébral postérieur dans le canal rachidien, responsable d'une compression radiculaire.

soufflent pas la corticale (à l'exception des métastases du rein et de la thyroïde ou du myélome).

La recherche systématique de métastases osseuses dans le bilan d'extension des tumeurs malignes primitives ostéophiles fait appel à la scintigraphie (Fig. 5). Les clichés standard sont alors réalisés sur toutes les zones d'hyperfixation.

La plupart des métastases sont ostéolytiques (Fig. 6) ; plus rarement, elles peuvent être condensantes, comme dans le cancer de la prostate et du sein, mais elles n'entraînent pas d'hypertrophie osseuse ou corticale. Ce signe négatif permet de les distinguer de la maladie de Paget qui peut également réaliser des lésions condensantes diffuses, mais qui s'accompagne d'une hypertrophie osseuse.

Les lésions du myélome (comme des métastases) sont plus fréquentes sur le squelette axial (rachis, crâne, bassin) : elles peuvent entraîner un tassement vertébral, mais avec une augmentation de taille du diamètre antéro-postérieur de la vertèbre (Fig. 7), contrairement au tassement ostéoporotique. Ces tassements peuvent entraîner une compression médullaire ou radiculaire.

Classiquement, les pédicules sont épargnés dans le myélome, mais fréquemment atteints dans les métastases.

Tumeurs osseuses malignes primitives

Exploration radiologique
- Radiographies standard : toujours en première intention
- IRM: meilleur examen pour apprécier l'extension de la tumeur dans la moelle osseuse et dans les parties molles, ainsi que les rapports anatomiques avec les nerfs, les artères et les veines
- Scintigraphie : pour détecter des métastases à d'autres os
- TDM thoraco-abdominale : pour rechercher des métastases pulmonaires et viscérales

Arthralgie 1

Arthrose (pathologie articulaire dégénérative)

L'arthrose est un processus pratiquement inévitable lors du vieillissement, particulièrement sur les articulations porteuses, comme les hanches et les genoux. Parfois, une arthrose prématurée s'observe sur une malformation congénitale d'une articulation, comme une dysplasie de hanche (voir p. 26).
Certaines articulations sont plus spécialisées que d'autres ; le genou et l'articulation temporo-mandibulaire ont toutes deux des ménisques fibro-cartilagineux, qui peuvent être le siège de dégénérescence ou de fissures. L'articulation de la hanche et de l'épaule ont leur concavité accrue, au niveau de l'acétabulum et de la glène, par un bourrelet qui augmente leur stabilité.

Dans l'arthrose, l'anomalie initiale est l'usure cartilagineuse sur les zones porteuses. Elle se traduit radiologiquement par un pincement de l'interligne (Fig. 1). Secondairement, l'os sous-chondral adjacent est l'objet d'une usure sur les zones portantes, tandis que des excroissances osseuses, les ostéophytes, apparaissent sur les bords de l'articulation. La densité osseuse sous-chondrale peut être normale ou augmentée, et correspond à un processus de réparation (Fig. 2).

De petites encoches corticales remplies de liquide synovial forment des kystes para-articulaires, appelés également géodes ou lacunes ; ces lacunes peuvent être très volumineuses et affaiblir les surfaces articulaires qui peuvent s'effondrer.

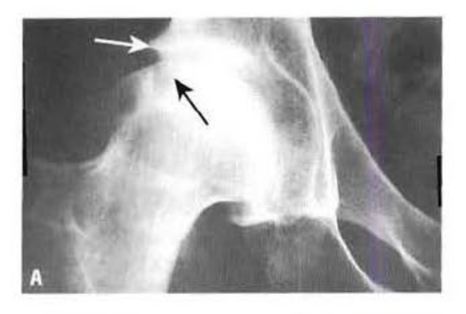


Fig. 1. Arthrose. (A) Arthrose débutante, avec ostéophyte marginal (flèche blanche) et lacune sous-chondrale (flèche noire). (B) 20 ans plus tard, le pincement articulaire polaire supérieur est évident, témoignant d'une usure cartilagineuse localisée (flèche courbe).

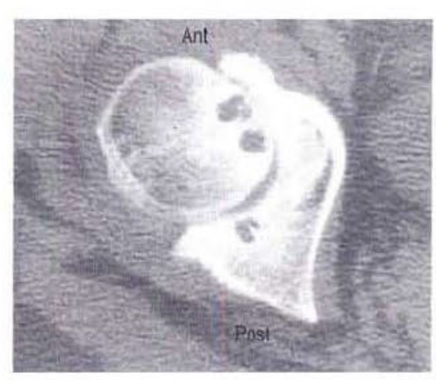


Fig. 2. Arthrose. Cette TDM montre un pincement de l'interligne coxo-fémoral, prédominant en avant. La surface articulaire acétabulaire est irrégulière ; il existe des lacunes entourées de condensation visibles sur les deux berges de l'articulation.

Arthrose secondaire à un dérangement interne post-traumatique de l'articulation

Les *clichés standard* ne peuvent montrer l'espace articulaire. L'épaisseur de l'interligne est cependant liée à celle des cartilages des deux os adjacents ; ainsi un pincement articulaire témoigne d'une usure du cartilage. Des épanchements articulaires peuvent être vus sur un cliché standard lorsqu'ils entraînent le déplacement d'une frange graisseuse à leur contact (sur le genou ou le coude de profil). Mais les structures articulaires internes, comme les ménisques du genou ou le tendon du supra-épineux, au dessus de la cavité articulaire de l'épaule, ne sont pas visibles sur un cliché standard. Pendant longtemps, il a fallu injecter un produit de contraste en intra-articulaire – arthrographie – afin de mettre en évidence ces structures.

L'*IRM* met en évidence, sans injection de produit de contraste, les parties molles intra et para-articulaires, de même que l'os ; un œdème ou une contusion médullaire peuvent être vus (en hyper-signal T2). Sur le genou, l'IRM peut montrer les épanchements articulaires, les bursites, les fissures méniscales, les ruptures des ligaments croisés et des ligaments collatéraux, de même que les lésions du ligament patellaire (Fig. 3). Sur l'épaule, les lésions de la coiffe des rotateurs et des autres tendons, de même que celles du bourrelet glénoïdien sont mises en évidence. Sur le poignet, l'état du ligament triangulaire du carpe, de même que les structures du canal carpien sont bien analysés. De même, les ligaments et tendons de la cheville sont bien vus en IRM. Le tendon d'Achille est particulièrement bien exploré en IRM (voir figure 2 B, p. 4).

Fig. 3. Arthrose – IRM en suppression de graisse. Le signal graisseux de la moelle osseuse est supprimé : il apparaît donc bas (« noir ») ; des kystes sont visibles sur l'extrémité supérieure du tibia (flèche). Noter un kyste sous-cutané (flèche courbe) ; les kystes sont en hypersignal très net sur cette séquence T2.

L'*échographie* est de plus en plus utilisée pour explorer les lésions des tendons et des ligaments superficiels ; elle analyse le contour antérieur des corticales osseuses (exemple : fracture de fatigue), mais n'explore pas l'intérieur des os qui n'est pas traversé par le faisceau d'ultrasons ; de même, l'échographie n'explore pas les structures intra-articulaires.

Polyarthrite rhumatoïde

Cette polyarthrite se rencontre plus souvent chez les femmes, avec une forte tendance à l'érosion péri-articulaire sur les clichés et une recherche de facteur rhumatoïde positive. Les réactions inflammatoires de la synoviale la rendent hypertrophiée et hyperhémique – pannus. L'hypervascularisation articulaire entraîne une ostéoporose locale visible sur les clichés standard. Le pannus synovial entraîne des encoches périchondrales en périphérie de l'articulation, là où il n'existe plus de cartilage : ces érosions sont très typiques de la polyarthrite rhumatoïde ; une érosion, puis une destruction du cartilage s'en suit, avec un pincement de l'interligne et une formation de lacunes suivis d'une destruction articulaire.

Les articulations les plus souvent atteintes, et cela de façon symétrique, sont les articulations métacarpo- et métatarso-phalangiennes, le carpe, le tarse, les épaules, les hanches et les genoux. Des déformations peuvent survenir, particulièrement dans les mains. L'arthrose secondaire est la séquelle tardive d'une déformation articulaire.

Exploration de la polyarthrite rhumatoïde

Le *cliché standard* doit être demandé en première intention devant une arthrite, à la recherche des signes précédemment décrits. C'est une exploration peu onéreuse, facilement disponible et facile à interpréter. Cependant ces clichés standard sont peu sensibles : ils sont normaux au stade précoce de la maladie.

La détection précoce des érosions est importante car elles ne disparaissent pas lors de l'évolution et leur présence précoce dans la maladie est de mauvais pronostic, indiquant la nécessité d'une thérapie agressive (Fig. 4). Le cliché centré sur C1-C2 de profil peut montrer une instabilité C1-C2 liée à la rupture du ligament transverse par le pannus, et responsable d'une distance anormalement élevée (supérieure à 3 mm) entre l'arc antérieur de C1 et l'odontoïde (Fig. 6, p. 13).

L'IRM représente l'exploration la plus sensible et la plus spécifique. Elle montre très précocement les érosions osseuses, bien avant les clichés standard, évalue l'état des parties molles adjacentes, des tendons, des ligaments et recherche le pannus et un éventuel épanchement articulaire. Elle analyse également l'état du cartilage articulaire. Cependant, l'IRM ne peut en pratique explorer de multiples articulations en raison des contraintes de temps et de coût.

La *scintigraphie* est plus sensible que le cliché standard, en montrant des hyperfixations avant l'apparition d'anomalies radiologiques. Cependant, elle n'est pas spécifique (car elle ne donne pas d'information morphologique), bien que la distribution des hyperfixations pathologiques puisse donner une indication sur la pathologie causale.

Plus récemment, *l'échographie Doppler* peut être utilisée dans le diagnostic précoce des polyarthrites rhumatoïdes, en recherchant une hypervascularisation juxta-articulaire.

Fig. 4. Polyarthrite rhumatoïde évoluée. Des érosions sont visibles sur l'extrémité inférieure du radius et de l'ulna, dans le carpe et particulièrement sur les têtes des métacarpiens. La déviation ulnaire des phalanges est importante. Les pincements articulaires sont nombreux. Noter une atrophie étendue des parties molles.

Spondylarthrite ankylosante

Cette maladie atteint essentiellement les jeunes adultes de sexe masculin et entraîne également des arthrites érosives. La recherche d'HLA-B27 est positive (Encadré 1).

Les érosions débutent sur les berges latérales puis médianes des interlignes sacro-iliaques, et ce de façon bilatérale. La TDM et l'IRM sont plus sensibles que les clichés standard pour le diagnostic de sacro-iliite.

Des érosions se développent sur le rachis (en particulier sur les coins supérieurs et inférieurs des corps) et sur les articulaires postérieures, ainsi que sur les jonctions disco-vertébrales.

Contrairement à la polyarthrite rhumatoïde, la guérison de ces érosions s'associe à une néoformation osseuse, causant une fusion (ankylose) des articulations sacro-iliaques. Les syndesmophytes sont des excroissances verticales, paradiscales, des corps vertébraux et ont tendance à fusionner. On note également une ossification des ligaments inter-épineux et des ligaments jaunes ; l'ensemble aboutit à l'aspect de « colonnes bambou » (Fig. 5). On observe enfin des enthésopathies, correspondant à un aspect irrégulier, visible au niveau de l'insertion osseuse des tendons (particulièrement sur le calcanéum et le bassin).

Encadré 1. **Arthropathies**

Arthrites séropositives
- Polyarthrite rhumatoïde
- Arthrite juvénile idiopathique (15 % sont séropositives)

Arthrites séronégatives
- Arthrite juvénile idiopathique (85% sont séronégatives)
- Psoriasis
- Syndrome de Reiter
- Spondylarthrite ankylosante
- Spondylarthrite associée à des colites inflammatoires

Arthrose
Arthrite septique
Goutte
Hémophilie
Tumeurs synoviales
- Bénignes – synovite villo-nodulaire pigmentée, ostéochondromatose synoviale
- Malignes – synovialo-sarcome

Fig. 5. Spondylarthrite ankylosante. Sacro-iliite : fusion des deux articulations sacro-iliaques. Aspect de « colonne bambou ».

Arthralgie 1

Exploration radiologique d'une arthralgie
- Les clichés standard sont toujours demandés en première intention
- L'IRM est l'exploration de choix, montrant précocement les anomalies : très sensible et très spécifique
- La TDM montre la destruction osseuse, mais n'est habituellement pas indiquée dans les arthrites
- La scintigraphie est plus sensible que les clichés standard, mais non spécifique, bien que la topographie des lésions aide au diagnostic

Arthralgie 2 : l'enfant

Ostéochondrite

La fragmentation, la condensation et le tassement d'un os peuvent avoir des topographies très variées. Dans certains cas, l'étiologie peut être suspectée. Ces pathologies sont localisées, mais l'os consolide toujours en présentant une déformation, ce qui permet d'en faire le diagnostic rétrospectif chez un adulte (Tableau 1).

Sur la tête fémorale, l'ischémie peut être secondaire à la compression du ligament rond par un épanchement articulaire (voir la maladie de Legg-Perthes-Calvé p. 27). La tubérosité tibiale antérieure développe une ostéochondrite par traction du ligament patellaire (Fig. 1). La tête du deuxième métatarsien peut également développer une ostéochondrite (maladie de Freiberg) car il est l'objet d'une pression importante du pied (c'est le métatarsien le plus long), particulièrement chez les jeunes filles qui portent des talons hauts (Fig. 2).

Les patients sont tous des enfants ou des adolescents et présentent une douleur et une tuméfaction localisées ; l'os sous-jacent est fragmenté et condensé. Le ligament adjacent éventuel est épaissi sur le cliché standard, en échographie ou en IRM.

Tableau 1. **Topographie fréquente et causes des ostéochondrites**

Topographie	Causes
Tête fémorale (maladie de Legg-Perthes-Calvé)	Nécrose aseptique primitive
Os naviculaire du tarse (maladie de Köhler)	Nécrose aseptique primitive ? Nécrose secondaire à une fracture ?
Tête de métatarsien (maladie de Freiberg)	Nécrose aseptique primitive ? Nécrose secondaire à une fracture ?
Lunatum (maladie de Kienböck)	Nécrose aseptique primitive ? Nécrose secondaire à une fracture ?
Tubérosité tibiale antérieure (maladie d'Osgood-Schlatter)	Nécrose secondaire à un arrachement partiel du ligament patellaire
Pointe de la patella (maladie de Sinding-Larsen)	Nécrose secondaire à un arrachement partiel du ligament patellaire
Corps vertébral (maladie de Scheuermann)	Hernies intra-spongieuses dans des plateaux fissurés

Ostéochondrite de la tubérosité tibiale antérieure (maladie d'Osgood-Schlatter)

Cette pathologie représente une cause fréquente de genou douloureux chez l'enfant ; la tubérosité tibiale antérieure est localement douloureuse ; les parties molles adjacentes sont toujours épaissies, confortant le diagnostic. Le ligament patellaire est également épaissi et œdématié. Radiologiquement, la tubérosité tibiale devient irrégulière, fragmentée et condensée (Fig. 1). Chez l'adulte, le diagnostic peut être fait rétrospectivement par une fragmentation résiduelle de la tubérosité tibiale.

Fig. 1. Maladie d'Osgood-Schlatter. Aspect irrégulier de la tubérosité tibiale antérieure qui est associée à un épaississement des parties molles adjacentes au point d'insertion du ligament patellaire. La palpation retrouve toujours la douleur et la tuméfaction locale.

Fig. 2. Maladie de Freiberg : aspect irrégulier, condensé et tassé de la tête du deuxième métatarsien.

Maladie de Kienböck

La nécrose du lunatum peut être post-traumatique, et peut être favorisée par un ulna trop long. Le lunatum devient fragmenté et condensé (Fig. 3).

Ostéochondrite disséquante

Elle représente une des causes de genou douloureux chez l'adolescent. L'encoche osseuse siège le plus souvent sur le condyle fémoral médial, plus rarement sur le condyle latéral, et parfois de façon bilatérale. Des formes familiales ont été décrites.

Cette encoche est souvent bien corticalisée et contient un fragment osseux qui a été

Fig. 3. Maladie de Kienböck. (A) Le cliché standard montre un tassement et une condensation du lunatum, témoignant de la nécrose. (B) IRM en coupe coronale T2 avec suppression de graisse : le lunatum nécrosé est en hypersignal, témoignant d'un œdème local : les liquides apparaissent en hypersignal franc sur les séquences T2, contrastant avec la graisse en hyposignal sur les séquences en saturation de graisse.

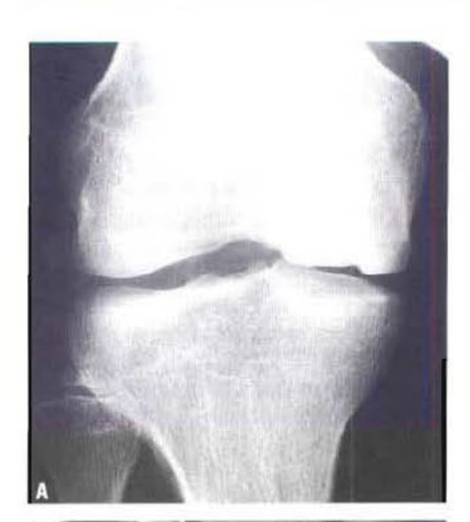


Fig. 4. Ostéochondrite disséquante. (A) Le cliché standard montre une encoche volumineuse sur le condyle médial, contenant un fragment osseux bien limité. (B) Chez un autre patient, l'IRM montre le fragment osseux de signal bas situé à l'intérieur de l'encoche du condyle fémoral médial.

disséqué et qui s'est séparé du condyle. Parfois, ce fragment se sépare de l'encoche, et migre dans la cavité articulaire où il peut grossir, entraînant des blocages.

Radiologiquement, la lésion est bien vue sur les clichés standard (Fig. 4). L'IRM retrouve le fragment osseux disséqué, situé le plus souvent dans l'encoche condylienne, et montre surtout si le cartilage d'encroûtement articulaire est localement intact. Elle peut montrer un œdème osseux adjacent.

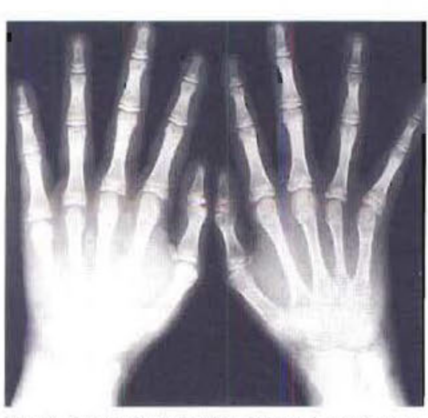


Fig. 5. Arthrite juvénile idiopathique. La main gauche de cet enfant est normale ; à droite, on note une atrophie des parties molles, une ostéoporose et une déformation des os du carpe. On note une hypertrophie osseuse, liée à l'accélération de la croissance due à l'hyperhémie, avec des pincements articulaires, liés à la synovite.

Autres causes d'arthralgie chez l'enfant

Arthrite juvénile idiopathique

Elle peut toucher une ou plusieurs articulations (Fig. 5). Les articulations atteintes sont d'abord tuméfiées, rouges, chaudes et douloureuses.

L'hyperhémie secondaire entraîne une accélération de la maturation osseuse, avec ossification plus rapide des épiphyses des articulations concernées. Ces noyaux d'ossification ont également une forme anormale (Fig. 6).

Les érosions ne représentent pas un signe radiologique précoce de cette maladie. Seuls 15 % des enfants atteints d'arthrite juvénile idiopathique sont séropositifs et ont alors une tendance à l'arthrite érosive.

Fig. 6. Arthrite juvénile idiopathique. L'atteinte est bilatérale chez cet enfant ; l'ostéoporose est importante ; les épiphyses présentent une ossification trop précoce compte tenu de l'âge chronologique de l'enfant. Elles ont un contour de forme anormale en raison de leur croissance trop rapide.

Les clichés standard montrent précocement des anomalies : gonflement des parties molles et accélération de la croissance osseuse sur des clichés successifs.

L'*IRM* confirme la présence d'un épanchement articulaire et d'un œdème osseux, ainsi que l'hypertrophie des noyaux d'ossification intéressés.

La *scintigraphie* pourrait être utile, en montrant une hyperfixation et en révélant les autres articulations atteintes ; cependant, cet examen est irradiant, et la même information peut être délivrée par la clinique.

Nous avons vu que l'hyperhémie accélère la croissance osseuse péri-articulaire, aboutissant à une disparition précoce du cartilage de conjugaison concerné ; ainsi le membre atteint (en totalité ou partiellement) présentera un raccourcissement malgré une croissance initiale plus importante.

Arthralgie 2 : l'enfant

Topographie de l'ostéochondrite disséquante
- Genou
- Talus
- Capitellum
- Tête humérale

Exploration radiologique d'une arthralgie chez un enfant
- Le cliché standard doit être réalisé en première intention : souvent il suffit à faire le diagnostic, il est peu onéreux et très disponible
- L'hypertrophie locale des parties molles doit être recherchée, tout autant que les anomalies osseuses (fragmentation, condensation, tassement ou encoche osseuse avec fragment en regard)
- Une arthralgie avec un cliché standard normal doit faire réaliser une IRM, à la fois plus sensible et plus spécifique que les clichés standard ; la scintigraphie a peu d'intérêt, car elle est peu spécifique, d'autant qu'elle est irradiante

Pathologie de hanche chez l'enfant

Hanche du nouveau-né

Luxation de hanche

À la naissance, le toit de l'acétabulum est constitué essentiellement de cartilage ; cependant, à l'état normal, il couvre la tête fémorale ; secondairement, il s'ossifie. Si ce cartilage est pathologique, son ossification va conduire à un défaut de modelage du toit de l'acétabulum qui n'est pas creusé et qui est trop oblique, favorisant la luxation externe de hanche (Fig. 1). Cette pathologie est plus fréquente chez la fille, et peut être familiale ; elle est favorisée par la présentation en siège.

À l'échographie, le toit de l'acétabulum, le labrum cartilagineux, le cartilage en Y et la tête fémorale cartilagineuse sont bien identifiés, ainsi que leurs rapports anatomiques, à la fois sur le plan statique et dynamique (Fig. 2).

Le cliché standard n'est plus réalisé dans la période néonatale. Effectué vers le 4^e^ mois, il est indiqué dans le suivi d'une luxation, en pré- et postopératoire ; à cet âge, le toit de l'acétabulum est ossifié, de même que le noyau épiphysaire fémoral supérieur. L'acétabulum n'est pas assez creusé et trop oblique, la tête fémorale est déplacée en dehors et en haut. (Fig. 1).

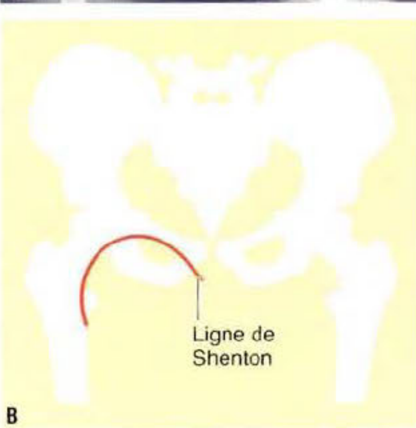


Fig. 1. (A) Luxation bilatérale de hanche. Chez cet enfant d'environ 6 mois, le toit de l'acétabulum n'est pas creusé et trop oblique. Les têtes fémorales sont excentrées (vers le dehors et le haut). La ligne de Shenton est discontinue. (B) Schéma montrant la position normale de la ligne de Shenton.

Quand la luxation a été méconnue et non traitée, la tête fémorale reste luxée et l'acétabulum est anormalement plat et oblique. Une arthrose secondaire peut survenir (Fig. 3).

Hanche de 6 à 8 ans

En dehors des arthrites septiques, qui peuvent survenir à tout âge, une hanche douloureuse chez un enfant de 6 à 7 ans doit faire évoquer le diagnostic de synovite transitoire ou de maladie de Legg-Perthes-Calvé.

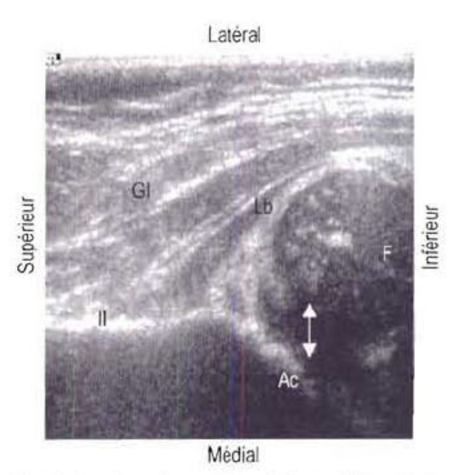


Fig. 2. Luxation de hanche – échographie, coupe frontale. Noter l'acétabulum (Ac), qui ne couvre que 1/3 de la tête fémorale (F) latéralement. Il : Aile iliaque ; Gl : Muscle glutéal ; Lb : Labrum (avec l'aimable autorisation du Dr. R. Green).

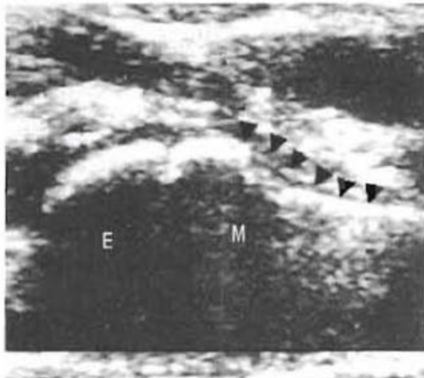
Fig. 3. Séquelles de luxation de hanche. Ce cliché standard, chez un adulte, montre une luxation de hanche non réduite, avec un aspect trop oblique du toit acétabulaire. Noter la condensation de la partie médiane de l'acétabulum, qui n'a jamais fait l'objet de la pression d'une tête fémorale en place. Arthrose secondaire évidente avec pincement de l'articulation et condensation des deux berges articulaires.

Synovite transitoire

L'enfant se plaint d'une douleur et d'une limitation aux mouvements, parfois proches des symptômes de l'arthrite septique (voir p. 16). Le cliché standard montre rarement l'élargissement de l'interligne secondaire à l'épanchement articulaire (Fig. 4).

L'échographie est très fiable dans le diagnostic d'épanchement articulaire ; une arthrite doit évidemment être éliminée (Fig. 5).

Fig. 4. Synovite transitoire. Un discret élargissement de l'interligne coxo-fémoral droit, visible en janvier, a disparu en mars où le cliché est normal : l'épanchement articulaire a disparu.



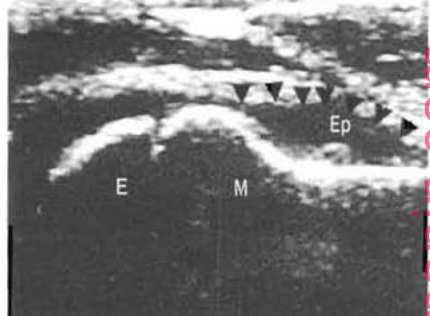


Fig. 5. Synovite transitoire de hanche. Échographie de hanche d'un enfant, dans le plan sagittal. Sur les deux images, la corticale de l'épiphyse (E) et de la métaphyse (M) a un aspect hyperéchogène normal. Les têtes de flèches montrent la capsule ; sur l'image supérieure, celle-ci est concave le long du col fémoral (cliché normal) ; sur l'image inférieure, cette ligne est convexe avec présence d'un épanchement articulaire anéchogène entre cette ligne et le col fémoral. Ep : épanchement (avec l'aimable autorisation du Dr. R. Green).

Encadré 1. **Maladie de Legg-Perthes-Calvé**

Phase initiale
- Cliché standard : clarté linéaire curviligne, discret tassement et condensation du noyau fémoral supérieur
- IRM : hypo-signal de la tête fémorale ; examen non irradiant, sensible et spécifique
- Scintigraphie : hypofixation de la tête fémorale ; examen irradiant

Phase d'état
- Cliché standard : condensation nette du noyau qui est aplati et fragmenté
- IRM : évalue l'extension du segment nécrosé

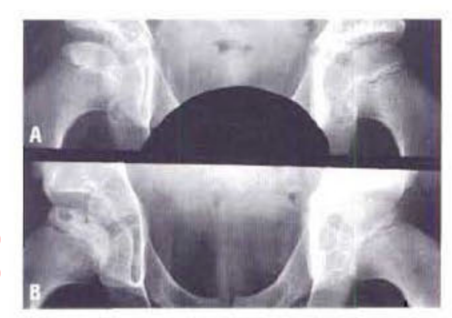


Fig. 6. Maladie de Legg-Perthes-Calvé – signes précoces et tardifs. (A) Le cliché initial montre une irrégularité de la corticale de la tête fémorale qui est discrètement tassée et condensée. (B) Les clichés plus tardifs montrent un tassement évident de la tête fémorale droite qui est condensée et fissurée.

Si la douleur persiste et que le cliché est toujours normal, une IRM doit être réalisée, afin de rechercher une maladie de Legg-Perthes-Calvé.

Maladie de Legg-Perthes-Calvé

Sur les clichés standard, (Encadré 1) (voir aussi p. 24), le noyau d'ossification fémoral supérieur est le siège d'une clarté linéaire curviligne mieux visible sur l'incidence « en grenouille » ; plus tardivement, la tête se condense, se fragmente et s'aplatit (Fig. 6). La scintigraphie, dans les cas

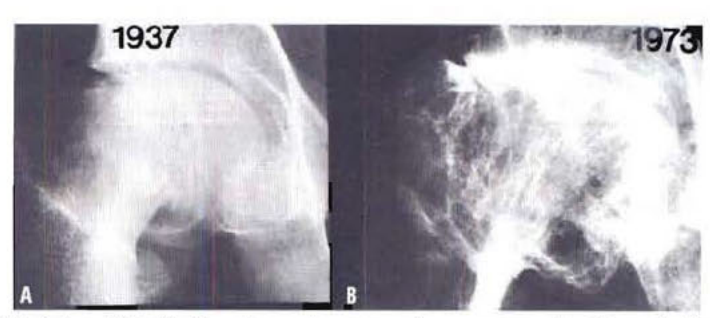


Fig. 9. Épiphysiolyse. (A) La tête fémorale a perdu ses rapports normaux avec le col fémoral : elle a glissé en arrière et en dedans. (B) Plusieurs années après, on note une arthrose secondaire sévère.

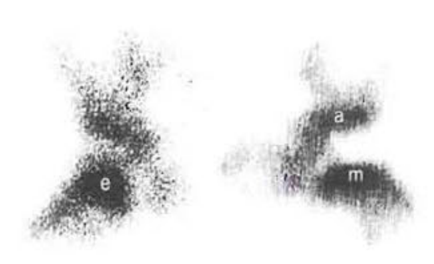
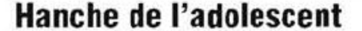


Fig. 7. Maladie de Legg-Perthes-Calvé – scintigraphie. Il existe une hypofixation de grande taille située entre le toit de l'acétabulum (a) et la métaphyse (m) du col fémoral. À droite, l'épiphyse (e) fixe l'isotope.

douteux, peut certes montrer un défaut de fixation au niveau de la tête fémorale, mais il s'agit d'un examen irradiant (Fig. 7). L'IRM, examen non irradiant, est l'exploration de choix pour le diagnostic précoce, ainsi que pour le suivi (Fig. 8). Lors de la phase de réparation, la tête fémorale ne retrouve jamais sa forme ronde normale (coxa-plana). Une arthrose secondaire peut survenir après plusieurs années.



Hanche de l'adolescent

Épiphysiolyse

Elle constitue une des causes de douleur de hanche vers la puberté. Une fracture de fatigue survient dans le cartilage de croissance, et la tête fémorale glisse en dedans et en arrière (Fig. 9). Ce glissement posté-

Fig. 8. Maladie de Legg-Perthes-Calvé. Cette IRM pondérée T1 en coupe coronale montre une tête fémorale droite normale, dont le signal graisseux est intense. À gauche, la tête fémorale présente un hyposignal, témoignant de la nécrose et du tassement, correspondant à la condensation du cliché standard.

rieur est beaucoup mieux vu sur les clichés de profil.

La TDM est fiable pour confirmer le diagnostic, mais l'irradiation gonadique est importante.

L'absence de congruité articulaire peut conduire à une arthrose secondaire précoce chez l'adulte.

Arthrite septique

Voir p. 16.

Pathologie de la hanche chez l'enfant

Étiologie
- Nouveau-né : luxation de hanche
- Enfant de 6 à 8 ans : maladie de Legg-Perthes-Calvé, synovite transitoire
- Puberté : épiphysiolyse
- À tout âge : arthrite septique

Anomalies congénitales et syndrome des enfants battus

Dysplasies

Leur diagnostic est fait généralement sur des clichés standard multiples. Aucune autre imagerie n'est généralement nécessaire.

Achondroplasie

Il s'agit probablement de la dysplasie squelettique la plus fréquente ; elle se caractérise par un nanisme marqué, lié particulièrement à des membres courts. Les mains également sont trop courtes et trapues, les métacarpiens sont tous de la même longueur (Fig. 1). Il existe une diminution de la distance interpédiculaire, avec des pédicules courts, entraînant un canal lombaire étroit (normalement la distance pédiculaire augmente de haut en bas) (Fig. 2). Quand la sténose canalaire est sévère, une compression nerveuse peut survenir. L'hyperlordose lombaire est responsable d'une proéminence fessière ; enfin le crâne est gros avec une petite base.

Fig. 1. Achondroplasie – aspect court et trapu des métacarpiens et des phalanges. Les doigts ont la même longueur.

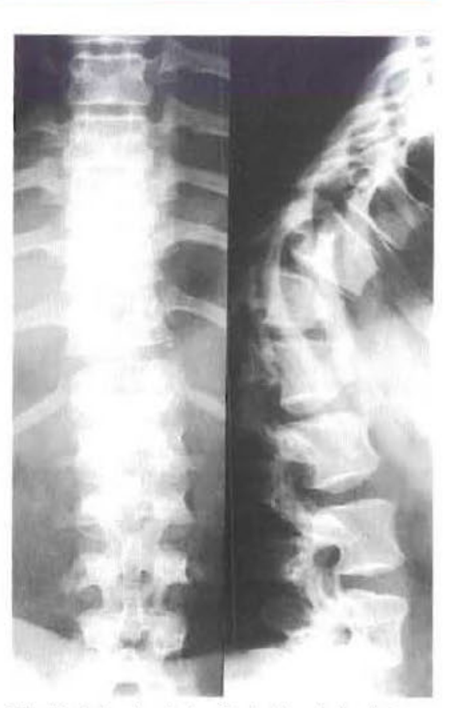


Fig. 2. Achondroplasie. Diminution de la distance interpédiculaire à l'étage lombaire et pédicules courts, responsables d'un canal lombaire étroit. Encoches étagées de la face postérieure des corps vertébraux (« scalloping »). Cyphose thoraco-lombaire.

Ostéopétrose (os de marbre)

Il s'agit d'une dysplasie osseuse condensante dans laquelle la densité osseuse est élevée en totalité ou partiellement ; les os sont également élargis (voir p. 10).

L'oblitération médullaire par de l'os condensé peut entraîner une anémie ; une hématopoïèse extramédullaire peut survenir.

L'épaississement de la voûte et de la base du crâne peut entraîner un rétrécissement des foramens crâniens : des paralysies des nerfs crâniens, avec une cécité, peuvent survenir dans les cas sévères.

Malgré leur densité élevée, les os peuvent présenter des fractures pathologiques, mais ne peuvent jamais être confondus avec une ostéogenèse imparfaite (voir ci-après) où les os sont habituellement ostéoporotiques.

Neurofibromatose

Cette dysplasie a des aspects multiples. Les anomalies cutanées sont dominées par les tâches café au lait (en nombre supérieur ou égal à 6) et par des tumeurs cutanées neurogènes multiples.

L'accélération de la croissance d'une partie ou de la totalité d'un membre peut aussi survenir. La pathologie atteint aussi bien l'os que les parties molles ; l'hypertrophie d'un membre s'observe dans les neurofibromes plexiformes.

La courbure exagérée du tibia à sa partie moyenne entraîne une fracture pathologique qui ne consolide pas, avec résorption des berges du trait, entraînant une pseudarthrose, responsable d'une déformation locale (Fig. 3).

La dysplasie osseuse crânienne se manifeste par une déformation orbitaire et des anomalies du sphénoïde (agrandissement orbitaire, aplasie de la grande aile du sphénoïde) ; la pulsation du liquide cérébrospinal peut entraîner une exophtalmie pulsatile. Les encoches costales peuvent être secondaires à la présence de tumeurs neurogènes des nerfs intercostaux qui érodent l'os. Les tumeurs des racines nerveuses peuvent entraîner un élargissement des foramens intervertébraux. Le « scalloping » vertébral correspond à un aspect concave du bord postérieur des corps vertébraux.

Fig. 3. Neurofibromatose – pseudarthrose bilatérale. La courbure excessive des tibias est progressive, conduisant à des fractures.

Ostéogenèse imparfaite

Cette dysplasie osseuse présente des formes de sévérité variée. Les anomalies osseuses sont souvent associées à des sclérotiques bleues et des os wormiens, correspondant à des îlots osseux situés dans les sutures crâniennes (Fig. 4).

Dans les formes les plus sévères, les fractures surviennent in utero et après la naissance et peuvent être multiples (Fig. 5). Ces fractures multiples sont liées à une déminéralisation et ne doivent pas être confondues avec le syndrome des enfants battus. Le contexte clinique est différent.

Fig. 4. Ostéogenèse imparfaite. Retard d'ossification et de fermeture des sutures, qui contient de nombreux os Wormiens (petits os situés à l'intérieur des sutures).

Fig. 5. Ostéogenèse imparfaite. Déminéralisation avec nombreuses fractures pathologiques. Cette fragilité osseuse constitutionnelle aboutit à de nombreuses déformations.

Syndrome des enfants battus (de Silverman)

Les enfants battus peuvent présenter des traumatismes cérébraux ou abdominaux, sans atteinte squelettique, qui n'est présente que dans 20 à 30 % des cas.

Cliniquement, on peut observer des signes cutanés évocateurs. En cas de lésion osseuse traumatique, l'enfant présentera une douleur et une impotence fonctionnelle.

L'exploration du squelette doit être réalisée. Les fractures s'observent sur les os longs, souvent sur les côtes (Fig. 6). Les lésions sont souvent multiples et d'âge différent. Certaines fractures sont consolidées, avec présence de cal osseux, d'autres sont plus récentes. Les fractures du crâne, souvent d'âge différent, peuvent aussi s'observer (Fig. 7) : la recherche d'hématome intra ou extra-cérébral fait appel à la TDM ou à l'IRM : rappelons qu'ils peuvent s'observer en l'absence de toute fracture du crâne (voir p. 123).

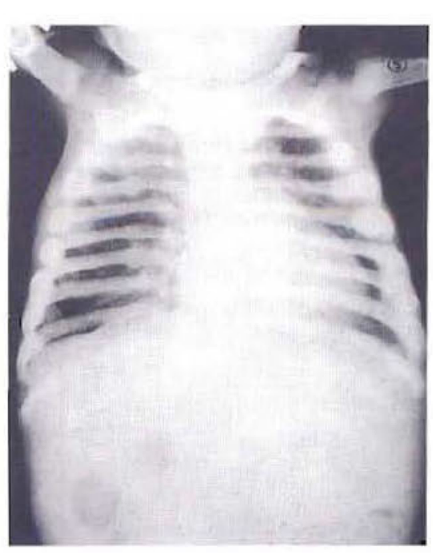


Fig. 6. Syndrome des enfants battus. Séquelles de fractures costales avec présence de nombreux cals osseux postérieurs et latéraux, se manifestant par des excroissances osseuses correspondant à la consolidation des fractures.

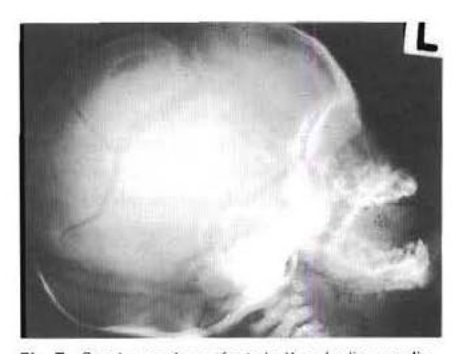


Fig. 7. Syndrome des enfants battus. La ligne radio-transparente de l'os pariétal ne doit pas être prise pour une variante de la normale ou une suture. Il s'agit bien d'une fracture car ses bords sont nets et son trajet linéaire.

Fig. 8. Syndrome des enfants battus. Fracture métaphysaire (flèche) et réaction périostée secondaire à un hématome sous-périosté.

Les fractures des os longs peuvent être transverses, après un coup direct, ou spiroïde après un traumatisme rotatoire.

Le cartilage de conjugaison représente une zone de faiblesse qui peut être le siège de fractures chez ces enfants (voir p. 33).

Chez le nouveau-né, les décollements épiphysaires ne pourront être détectés si le noyau épiphysaire n'est pas encore ossifié, bien qu'une déformation des parties molles puisse être présente. Cependant, ces décollements épiphysaires s'associent souvent à un arrachement osseux métaphysaire, signe mineur témoignant d'un traumatisme majeur (Fig. 8). Cette lésion correspond à une fracture de type Salter 2 (voir p. 33). Le déplacement pathologique du noyau épiphysaire cartilagineux chez le nouveau-né peut être directement mis en évidence en échographie ou en IRM.

L'hémorragie périostée refoule le périoste et crée une réaction périostée visible sur le cliché standard (Fig. 8).

> ***Anomalies congénitales et syndrome de l'enfant battu***
>
> **Exploration radiologique du syndrome de l'enfant battu**
> - Crâne face profil, incluant le rachis cervical de profil
> - Thorax face
> - Abdomen sans préparation (ASP)
> - Rachis thoraco-lombaire de profil
> - Membres supérieurs et inférieurs de face, incluant les mains et les pieds
> - Clichés centrés sur les genoux et les chevilles de profil si doute clinique
> - Le moindre signe neurologique ou une fracture du crâne sans signe neurologique doivent faire réaliser une TDM ou une IRM

Pathologies générales

Anémie hémolytique : drépanocytose et thalassémie

Quoique correspondant toutes deux à des anémies hémolytiques, la drépanocytose et la thalassémie ont des signes radiologiques distincts. La thalassémie, dont l'anémie est généralement plus sévère, entraîne des anomalies osseuses plus importantes.

Drépanocytose

Les signes radiologiques sont dominés par des infarctus osseux et des nécroses épiphysaires. La fibrose médullaire secondaire entraîne une ostéocondensation diffuse, homogène ou non (Fig. 1). Des séquestres (fragments d'os nécrosés) peuvent aussi s'observer, souvent d'aspect linéaire (voir p. 16).

Sur les épiphyses, les anomalies sont similaires à celles que l'on observe dans l'ostéochondrite de hanche (maladie de Legg-Perthes-Calvé) (voir p. 27). Le tassement, la fragmentation et la condensation des épiphyses peuvent entraîner des déformations secondaires. L'espace articulaire est normal jusqu'à ce qu'une arthrose secondaire survienne.

À cause des infarctus, on observe peu d'hyperplasie médullaire, à l'exception de la voûte du crâne où l'aspect est identique à celui de la thalassémie. La rate est de petite taille en raison des infarctus. En IRM, le signal de la moelle osseuse est bas, en raison de la condensation osseuse et des infarctus (Fig. 2).

Thalassémie

L'hyperplasie médullaire a pour but de compenser la destruction périphérique des hématies, qui ont une durée de vie raccourcie. Radiologiquement, on observe une augmentation de taille de la médullaire et de l'ensemble de l'os, un amincissement cortical et une trame osseuse anormale (Fig. 3). Les os sont déminéralisés, mais avec une trame osseuse grossière (Fig. 4).

L'épaississement de la voûte du crâne réalise l'aspect du crâne en « poils de brosse » que l'on observe aussi, mais à un moindre degré, dans la drépanocytose (Fig. 5).

Les sinus de la face sont comprimés par l'épaississement de la moelle osseuse, à l'exception de l'ethmoïde.

L'hématopoïèse extramédullaire est responsable d'une hépato-splénomégalie. Des dépôts de fer surviennent dans les parties molles, secondairement à l'hémolyse : ils sont responsables d'hyposignaux très importants, car ils ont un effet ferromagnétique en IRM.

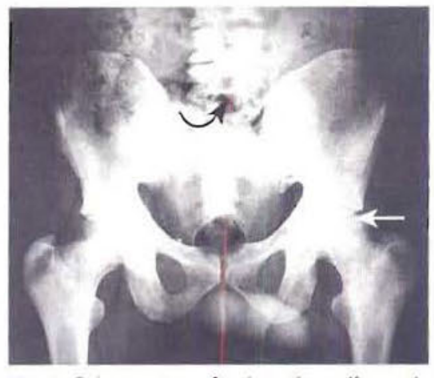


Fig. 1. Drépanocytose. Condensation uniforme du rachis, du bassin et des extrémités supérieures des fémurs chez un patient présentant des infarctus osseux multiples. Tassement minime de la tête fémorale gauche (flèche). Arthrose lombaire associée à des encoches des plateaux vertébraux (flèche courbe).

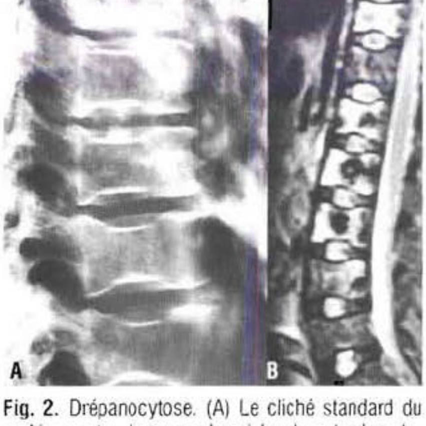


Fig. 2. Drépanocytose. (A) Le cliché standard du rachis montre des encoches à bords nets des plateaux vertébraux, qui sont secondaires à des infarctus de la partie centrale des corps vertébraux. La périphérie des corps vertébraux a cependant une croissance normale, car sa vascularisation est assurée par des vaisseaux perforants. (B) IRM du rachis montrant les infarctus centraux de bas signal.

Fig. 3. Thalassémie. Hyperplasie médullaire élargissant le fût osseux, particulièrement bien visible sur les extrémités. Amincissement cortical net.

Fig. 4. Thalassémie. Troubles de modelage de la diaphyse osseuse du fémur liés à une hyperplasie médullaire.

Fig. 5. Thalassémie-hyperplasie médullaire. Important épaississement de la voûte crânienne comprimant les sinus frontaux. Cet épaississement de la diploé est responsable de l'aspect du crâne en « poils de brosse ».

Maladie de Gaucher

Il s'agit d'une maladie héréditaire liée à un déficit enzymatique responsable d'une surcharge importante de graisse dans les os et les parties molles.

Radiologiquement, on observe une splénomégalie et un défaut de modelage de l'os qui est élargi. Les dépôts osseux entraînent des ostéolyses multiples (Fig. 6). La compression des vaisseaux intra-osseux par les

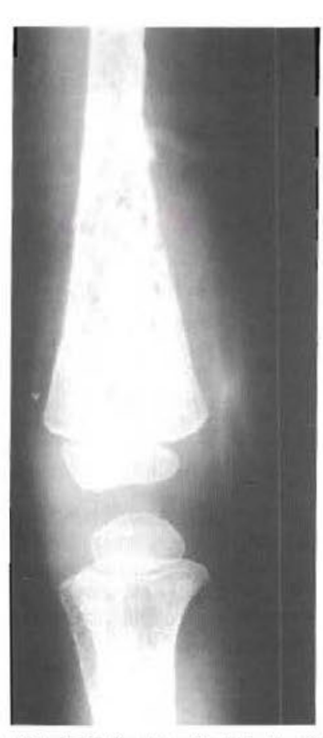


Fig. 6. Maladie de Gaucher. Troubles de modelage associés à des ostéolyses multiples.

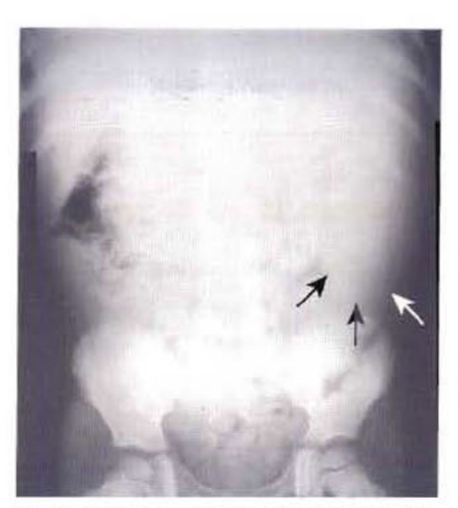


Fig. 7. Maladie de Gaucher. Splénomégalie (flèches).

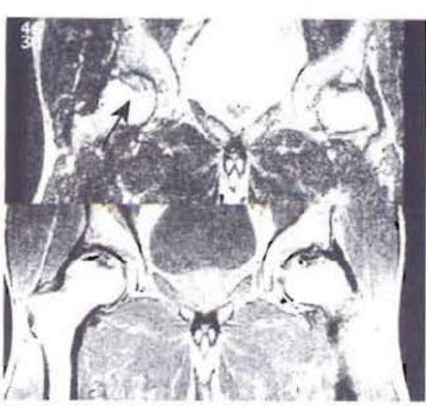


Fig. 8. Nécrose aseptique - séquence T1 (figure du bas) et séquence T2 (figure du haut) en IRM. Liseré de bas signal situé de façon symétrique dans les deux têtes fémorales, quelle que soit la séquence, correspondant à la nécrose. Transformation kystique du segment séquestré, en hypersignal en séquence T2. Les anomalies de bas signal en IRM correspondaient à un aspect condensé sur le cliché standard.

cellules anormales entraîne des infarctus osseux et des nécroses épiphysaires.

L'infiltration de la moelle osseuse rend son signal anormalement bas en IRM, qui fait également le diagnostic précoce des infarctus et des nécroses épiphysaires.

La plupart des anomalies osseuses sont détectées sur les clichés standard ; l'hématopoïèse extra-médullaire est détectée par l'échographie, la TDM ou l'IRM, qui montrent également les zones d'hématopoïèse extra-médullaire des parties molles.

Nécrose aseptique

Les clichés standard sont normaux à la face initiale ; puis la tête devient discrètement hétérogène ; le signe spécifique est l'apparition d'un croissant radiotransparent sous-chondral (« aspect en coquille d'œuf ») ; plus tardivement, l'épiphyse se tasse. Les radiographies montrent aussi une condensation en périphérie de la nécrose, correspondant à un front de revascularisation périphérique.

L'interligne articulaire reste longtemps normal. Tardivement, une arthrose secondaire peut survenir.

La TDM n'est pas indiquée en cas de nécrose en dehors du bilan pré-opératoire avant mise en place d'une prothèse.

L'IRM est l'exploration de choix pour faire le diagnostic précoce d'une nécrose épiphysaire. Précocement, un œdème apparaît dans la zone avasculaire (il est en hyposignal en séquence T1 et en hypersignal en séquence T2) (Fig. 8).

L'hyperhémie osseuse adjacente entraîne un hyper-signal en périphérie de l'œdème.

Plus tardivement, une fibrose et/ou une calcification peut entraîner une perte de signal. Les limites de la zone avasculaire sont très bien limitées par une bande sinueuse de bas signal, parfois associée à une ligne adjacente de signal très intense (Fig. 8).

La scintigraphie est plus sensible que le cliché standard, mais beaucoup moins spécifique que l'IRM dans le diagnostic de nécrose épiphysaire ; elle montre une hypofixation dans la zone de nécrose avec une hyperfixation dans la zone d'hyperhémie adjacente.

Encadré 1. **Causes de nécrose épiphysaire**

Traumatique
- Fracture
- Irradiation
- Brûlure

Inflammatoire
- Maladies du collagène (exemple : lupus érythémateux disséminé)
- Polyarthrite rhumatoïde
- Arthrite septique

Métabolique
- Hypercorticisme

Hématologique
- Hémoglobinopathie
- Hémophilie
- Maladie de Gaucher

Iatrogène
- Corticothérapie
- Antimitotiques

Idiopathique
- Maladie de Legg-Perthes-Calvé

Pathologies générales

Exploration radiologique d'une nécrose épiphysaire
- Clichés standard : montrent tardivement les modifications osseuses
- IRM : examen de choix, à la fois sensible (diagnostic précoce) et spécifique (diagnostic différentiel)
- Scintigraphie : plus sensible que le cliché standard mais moins spécifique que l'IRM ; montre une hypofixation dans la nécrose, mais une hyperfixation lors de l'évolution (hyperhémie)
- TDM : remplacée par l'IRM

Traumatisme : généralités

Une fracture est définie par une solution de continuité d'un os survenant lorsqu'il est soumis à une force anormale ; cette force peut être de faible amplitude lorsque l'os est pathologique (fracture pathologique). Qu'il s'agisse d'une poussée ou d'une traction, cette force tend à déformer l'os (Fig. 1). La tension est une modification linéaire qui survient à l'intérieur d'un corps si une force lui est appliquée : il peut s'agir d'une tension, d'une compression ou d'un cisaillement.

Les os des enfants sont moins minéralisés que ceux des adultes et peuvent absorber plus d'énergie avant qu'ils ne cassent : leurs os sont plus plastiques. L'aspect d'une fracture dépend de la nature et de la direction de la force qui tend à déformer l'os. Les fractures peuvent être causées par des traumatismes directs ou indirects.

Traumatisme indirect

Il est défini comme étant causé par des forces agissant à distance du site de fracture.

Fracture transverse

Lors d'une angulation progressive, une fracture transverse s'observe avec une esquille sur le bord concave, sans fracture comminutive à ce niveau (Fig. 2).

Fracture spiroïde

Un traumatisme rotatoire appliqué à l'extrémité d'un os long entraîne une fracture spiroïde.

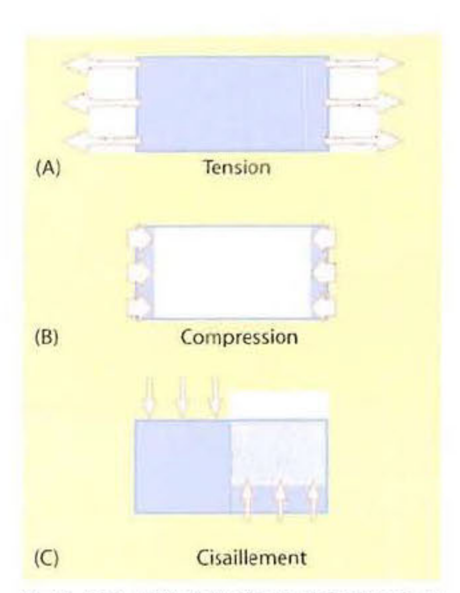


Fig. 1. Trois types de forces peuvent agir sur une structure osseuse. Les forces de tension allongent la structure, celles de compression la raccourcissent et le cisaillement entraîne des mouvements inverses de part et d'autre.

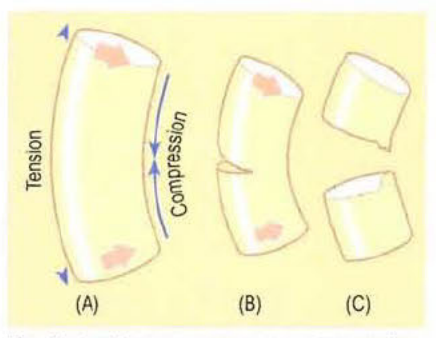


Fig. 2. Les fractures transverses résultent d'une angulation progressive. L'os subissant une compression se fracture en formant une esquille sur le bord concave.

Fracture oblique

Elle est causée par une force à la fois verticale et angulaire. Plus l'angulation s'exerce sur la concavité, et plus l'obliquité du trait est grande (Fig. 3 et 4).

Fracture arrachement

C'est une fracture transverse qui se produit à l'insertion des tendons. Des avulsions apophysaires s'observent fréquemment chez l'enfant.

Compression verticale

Elle est responsable d'une fracture en Y et de lésions comminutives des corps vertébraux (Fig. 5).

Fracture en bois vert

Elle survient généralement chez l'enfant dont les os sont élastiques. La force est suffisante pour que la fracture débute sur une partie de la corticale mais pas sur la totalité de l'os (Fig. 6A).

Fracture plastique

L'os présente une courbure anormale, avec une discrète irrégularité de la corticale, sans fracture (Fig. 6B). Les fractures en bois vert et les fractures plastiques sont souvent associées.

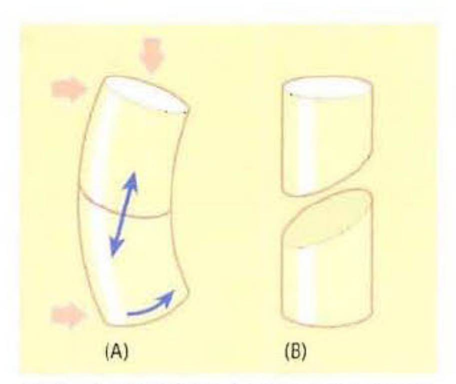


Fig. 3. Fracture oblique. (A) Une angulation associée à une force verticale est appliquée à l'os, en association avec une rotation. (B) Une fracture oblique en résulte, avec des limites nettes, émoussées et arrondies.

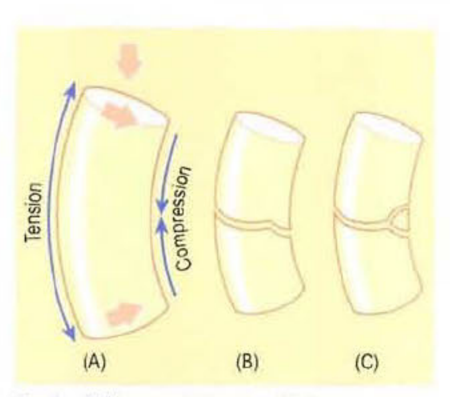


Fig. 4. (A) Une angulation associée à une compression verticale entraîne une fracture transverse sur le côté où s'exerce la tension, se continuant avec une fracture oblique du côté de la compression. (B) et (C) Le segment oblique donne naissance à un fragment en aile de papillon.

Traumatisme direct

Ce traumatisme est plus facile à comprendre. Les anomalies sont liées à une application directe de la force à un os, comme un traumatisme pénétrant par exemple. Les décollements épiphysaires chez l'enfant correspondent à un trait de fracture traversant le cartilage de conjugaison, qui est une zone de faiblesse. Quinze à vingt pour cent des fractures de l'enfant surviennent sur le cartilage de croissance ou sur l'épiphyse. Ces traumatismes ont été classés par Salter et Harris : la lésion traumatique peut être localisée au cartilage de croissance qui est soit élargi soit diminué de taille ; elle peut s'associer à une fracture métaphysaire ou épiphysaire. Ces fractures peuvent entraîner une fusion prématurée de ce cartilage

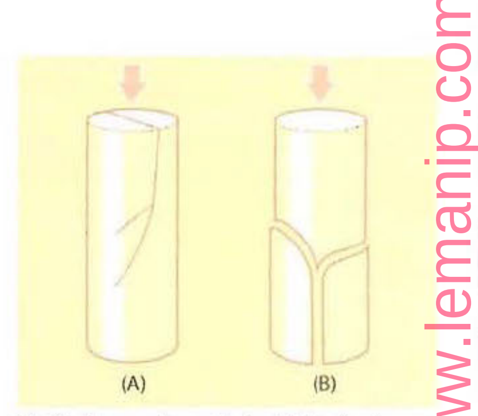


Fig. 5. Compression verticale. (A) Une fracture verticale ou verticale-oblique en résulte en théorie. (B) Le plus souvent cependant, on observe une fracture en Y.

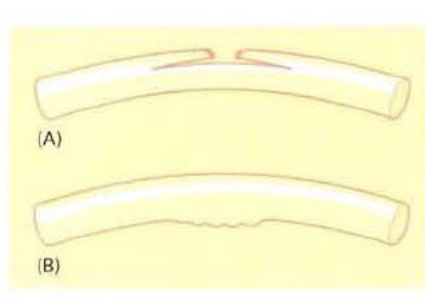


Fig. 6. (A) Fracture en bois vert. L'os présente une courbure anormale et la corticale est fracturée de façon partielle le long de la circonférence. (B) Fracture plastique : courbure anomale de l'os associée à une irrégularité corticale, mais sans fracture.

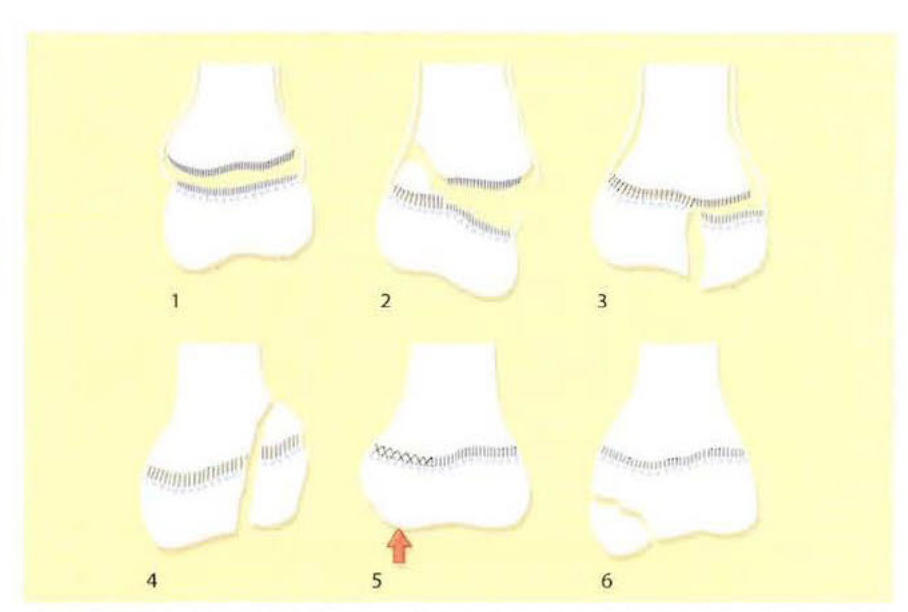


Fig. 7. Classification de Salter des décollements épiphysaires chez l'enfant (adaptée de Salter et Harris. Injuries involving the epiphyseal plate. J Bone Joint Surg 1963 ; 45A : 587-622).

de croissance (épiphysiodèse), entraînant un raccourcissement et une déformation du membre.

Chez l'adulte, les fractures peuvent être décrites comme articulaires, ostéochondrales, situées dans le tiers supérieur, moyen ou inférieur d'un os long.

Fracture de stress ou fracture de fatigue

La répétition de micro-traumatismes, par exemple sportifs, est responsable de cette fracture. La douleur apparaît avant qu'une vraie fracture ne devienne visible. La fracture de marche d'un métatarsien chez le soldat en est un exemple classique. Au stade initial, le cliché standard est normal ; si le contexte clinique est évident, un simple cliché standard réalisé vers le 10e jour montrera l'apparition d'un cal osseux et confirmera le diagnostic. La douleur cède à l'arrêt de l'activité physique. En cas de doute diagnostique, une scintigraphie ou une IRM peuvent faire un diagnostic précoce, avant l'apparition des signes radiologiques.

Fracture et anomalies des parties molles

Les fractures et les luxations sont inévitablement associées à des anomalies des parties molles adjacentes. En l'absence clinique de tuméfaction des parties molles, une fracture est très peu probable. Ces anomalies des parties molles peuvent également se voir radiologiquement et représentent un signe indirect de lésions osseuses traumatiques. L'hématome créé par la fracture peut se voir sur un cliché standard s'il refoule une frange graisseuse. Ceci est particulièrement évident dans les articulations où une hémarthrose (épanchement articulaire hématique) est visible radiologiquement sur le coude, le genou, le poignet et la cheville. De plus, les fractures intra-articulaires peuvent provoquer l'irruption de la graisse de la moelle osseuse à l'intérieur de l'espace articulaire, où elle surnage au-dessus de l'épanchement sanguin (lipo-hémarthrose). Un cliché standard à rayon horizontal montre alors un niveau horizontal entre la graisse et le sang intra-articulaires.

L'hématome des parties molles et l'hémarthrose peuvent aussi être détectés par l'échographie.

L'IRM est particulièrement utile pour montrer les anomalies des parties molles aussi bien que l'œdème, la contusion osseuse ou l'épanchement articulaire.

La scintigraphie montre, avec une grande sensibilité, une hyperfixation sur les sites de fracture.

Le diagnostic de fracture est difficile chez les patients âgés ostéoporotiques, s'il n'existe pas ou peu de déplacement fracturaire. L'absence de travées osseuses rend le diagnostic difficile. Certes, la scintigraphie et le scanner peuvent être utiles, mais l'IRM est l'examen à la fois le plus sensible et le plus spécifique dans ce cas.

Les différents types de fractures et luxations sont détaillés dans un autre ouvrage de cette collection (McRae R. Kinninmonth AWG. Orthopædics and trauma. Churchill Livingstone : Edinburgh, 1997).

> ***Traumatisme***
>
> **Exploration radiologique des fractures**
> - Un pourcentage important de fractures survient au niveau du cartilage de croissance chez l'enfant
> - Le diagnostic des fractures de l'enfant est difficile
> - Les os des enfants sont mous et peuvent se courber lors d'un traumatisme
> - Les fractures sont difficiles à détecter chez les patient âgés ostéoporotiques (intérêt de l'IRM)
> - Les fractures sont toujours associées à une tuméfaction locale des parties molles

Partie 2

Appareil respiratoire

Douleur thoracique aiguë 1

La douleur thoracique et la dyspnée sont les symptômes les plus fréquents en pathologie pulmonaire. Nous allons présenter une approche pratique, afin de mieux comprendre l'imagerie de ces deux symptômes extrêmement courants.

Chez un patient présentant une douleur thoracique aiguë, il faut en priorité confirmer ou exclure une cause potentiellement léthale. Ces causes sont résumées dans l'encadré 1.

Encadré 1. **Causes d'une douleur thoracique aiguë**

- Angor instable
- Infarctus du myocarde
- Pneumothorax
- Embolie pulmonaire
- Dissection aortique
- Rupture œsophagienne

Angor instable

L'angor instable est défini comme un angor survenant au repos ou lors d'un exercice minime, sans que le malade ne présente les anomalies électrocardiographiques ou enzymatiques de l'infarctus du myocarde (IDM). L'angor correspond à une ischémie myocardique, qui est pratiquement toujours secondaire à une pathologie de l'artère coronaire.

Plus rarement, l'angor est secondaire à une sténose aortique, une arythmie sévère (entraînant une hypoperfusion) et une anémie. Typiquement, le patient se présente avec une douleur thoracique médiane en étau, pouvant irradier à la joue ou à un ou deux bras. L'électrocardiogramme (ECG) est souvent normal entre les accès douloureux, bien qu'une dépression et un aplatissement du segment ST ou une inversion de l'onde T puissent témoigner d'une ischémie.

La radiographie thoracique est souvent normale, mais elle est utile pour éliminer d'autres causes de douleur. Une coronarographie révèle généralement une sténose athéromateuse d'une artère coronaire ou de ses branches (Fig. 1).

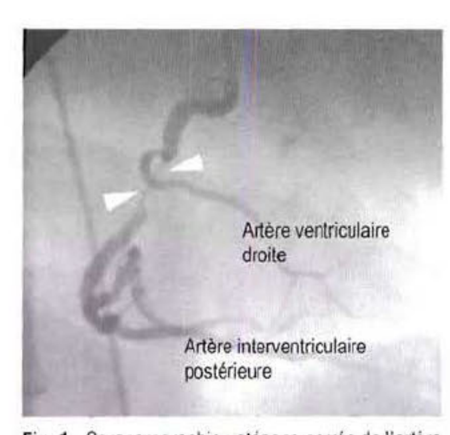


Fig. 1. Coronarographie : sténose serrée de l'artère coronaire droite (têtes de flèches).

Infarctus du myocarde (IDM)

L'IDM est défini par une nécrose irréversible du muscle cardiaque, secondaire à une artériopathie coronaire. La douleur thoracique est plus intense et plus durable que celle de l'angor et peut être associée à une anxiété extrême, une hypersudation et des vomissements. Le patient est en état de stress, moite, tachycardique et présente une hyper ou une hypotension artérielle. L'anomalie ECG typique est le sus-décalage du segment ST, dans le territoire adjacent à l'infarctus, associée à une élévation des enzymes cardiaques.

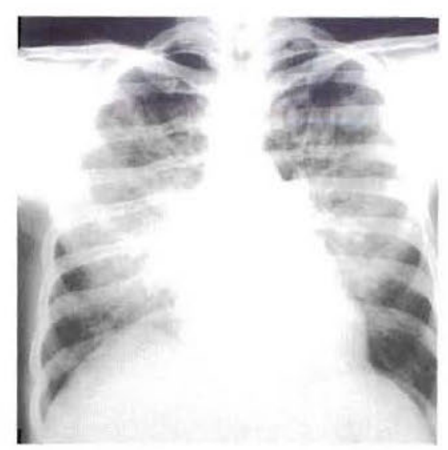


Fig. 2. Œdème pulmonaire : opacités alvéolaires péri-hilaires bilatérales « en ailes de papillon ». Les alvéoles sont pleines de liquide, en raison d'une hypertension veineuse pulmonaire.

La radiographie thoracique peut être normale, ou montrer des complications telles qu'un œdème pulmonaire (Fig. 2) : elle permet également d'éliminer des diagnostics différentiels comme une dissection aortique.

La scintigraphie au thallium constitue une imagerie fonctionnelle qui permet de différencier l'ischémie de l'infarctus myocardique (Fig. 3).

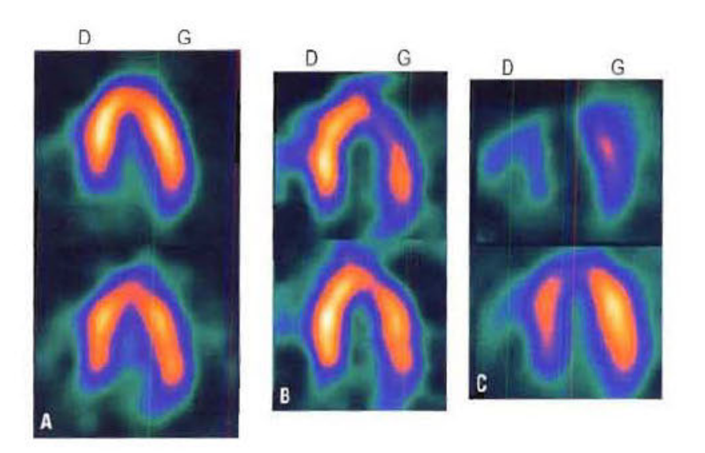


Fig. 3. Scintigraphie myocardique au Thallium (ligne supérieure : images de stress ; ligne inférieure : images de redistribution). Les couleurs blanche et jaune représentent les perfusions maximales, orange et rouge une perfusion moindre et mauve et bleu, les perfusions minimales. (A) Scintigraphie normale montrant une fixation homogène du traceur dans le myocarde à la fois en situation de stress et au repos. (B) Ce patient présente une ischémie dans le territoire de l'artère circonflexe gauche : présence d'un défect réversible dans la paroi latérale du ventricule gauche. (C) Défects importants, partiellement réversibles, du myocarde du ventricule gauche chez ce patient présentant une ischémie et un infarctus liés à une atteinte du tronc de l'artère coronaire gauche.

Fig. 4. Pneumothorax. La paroi du poumon droit est bien visible (têtes de flèches), sans opacité vasculaire visible en périphérie de cette ligne (l'hypertransparence est liée à la présence d'air dans la cavité pleurale).

Pneumothorax

Le pneumothorax se définit comme l'accumulation d'air dans la cavité pleurale. Il est souvent spontané (fréquemment chez les hommes minces et grands), secondaire à la rupture d'une bulle pleurale.

Il peut être traumatique, iatrogénique (secondaire aux gestes invasifs de ventilation mécanique), compliquer un asthme ou une broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO).

Les signes cliniques associent une dyspnée aiguë et une douleur thoracique de type pleural. Le pneumothorax « simple » n'entraîne pas de déplacement médiastinal, au contraire du pneumothorax « sous tension », où l'on note un déplacement médiastinal du côté opposé au pneumothorax.

Sur le cliché thoracique, le diagnostic est fait devant la visibilité de la paroi pulmonaire qui est séparée de la paroi thoracique par une zone hypertransparente dénuée de toute opacité vasculaire (Fig. 4). Quand le pneumothorax est minime, le diagnostic est difficile, et facilité par la prise d'un cliché en expiration qui diminue la quantité d'air dans le poumon homolatéral, semblant ainsi augmenter l'importance de la quantité d'air dans la plèvre qui est en réalité constante.

La TDM thoracique est rarement utilisée dans un but diagnostique ; elle peut être utile dans les cas difficiles, et montre exactement les mêmes anomalies que celles de la radiographie thoracique (Fig. 5).

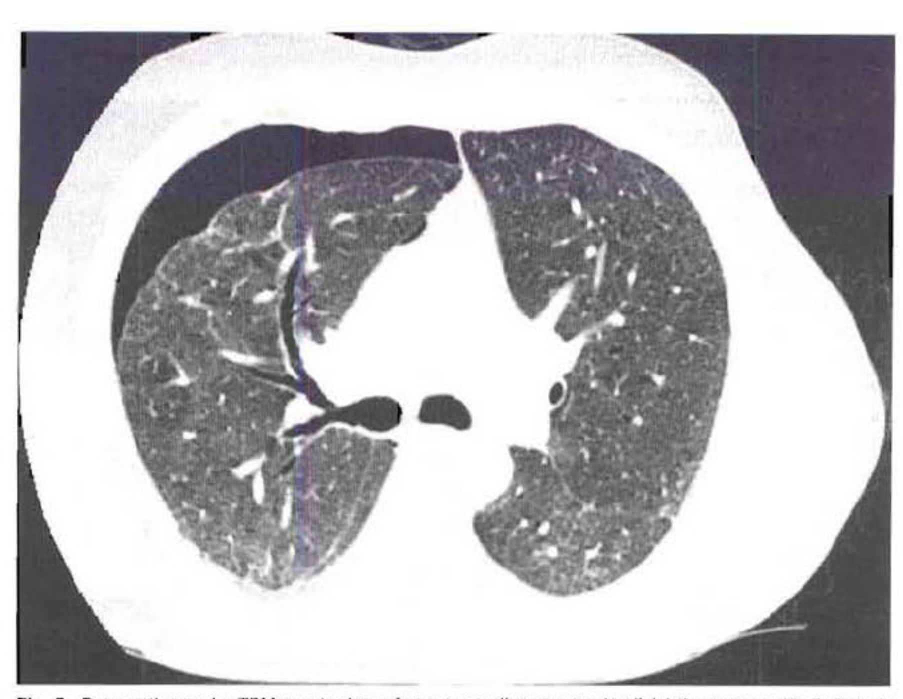


Fig. 5. Pneumothorax. La TDM montre les mêmes anomalies que sur le cliché thoracique ; les limites du pneumothorax droit sont parfaitement visibles.

Douleur thoracique aiguë 1

Cause soupçonnée	Technique d'imagerie
Angor instable	Radiographie thoracique Coronarographie
Infarctus du myocarde	Radiographie thoracique Scintigraphie au thallium
Pneumothorax	Radiographie thoracique TDM thoracique
Embolie pulmonaire	Radiographie thoracique Scintigraphie pulmonaire (technique de ventilation-perfusion) AngioTDM Angiographie pulmonaire conventionnelle exceptionnellement
Dissection aortique	Radiographie thoracique AngioTDM AngioRM Échographie transœsophagienne
Rupture œsophagienne	Radiographie thoracique TDM thoracique Transit œsophagien au produit de contraste hydrosoluble

Douleur thoracique aiguë 2 : embolie pulmonaire, dissection aortique et rupture œsophagienne

Embolie pulmonaire

L'embolie pulmonaire (EP) est définie par la migration d'un caillot ou thrombus, le plus souvent issu de la circulation veineuse systémique des membres inférieurs, dans la circulation artérielle pulmonaire, obstruant le flux veineux vers les poumons.

Cliniquement, elle se manifeste par une dyspnée aiguë associée à une douleur thoracique de type pleural et parfois à une hémoptysie. Le patient est généralement hypoxique mais les anomalies électrocardiographiques ne s'observent que dans les embolies massives.

Une embolie pulmonaire doit toujours être soupçonnée chez un patient présentant un collapsus brutal une à deux semaines après une intervention chirurgicale : cette EP peut être liée à la migration d'un caillot provenant d'une thrombose veineuse profonde de la jambe ou de la cuisse.

La radiographie thoracique est souvent normale. Elle peut montrer une diminution de la vascularisation pulmonaire secondaire à l'occlusion vasculaire, une surélévation d'une coupole diaphragmatique, un petit épanchement pleural ou une opacité localisée. La classique « bosse de Hampton » (Fig. 1) – opacité périphérique correspondant à un infarctus –, ne s'observe que dans 1 à 2 % des cas. L'intérêt majeur de ce cliché thoracique est principalement d'éliminer les diagnostics différentiels (œdème pulmonaire, pneumonie et pneumothorax).

Sur la scintigraphie de ventilation-perfusion, l'anomalie la plus caractéristique d'une embolie pulmonaire est le *mismatch*, correspondant à une anomalie de perfusion contrastant avec une ventilation normale (Fig. 2). Cependant, si le patient a des antécédents pathologiques pulmonaires ou s'il présente des anomalies sur la radiographie thoracique, il y a un risque élevé pour que la ventilation soit anormale en scintigraphie, entraînant des défects à la fois sur la ventilation et la perfusion ; chez ces patients, la fiabilité de la scintigraphie est très réduite.

L'angioTDM pulmonaire est actuellement l'examen de choix, en raison de ses excellentes sensibilité et spécificité ; elle n'a pas les limites que nous venons de décrire pour la scintigraphie ; le diagnostic se fait par l'image directe des thrombus sous la forme de lacunes à l'intérieur des artères pulmonaires tronculaires, lobaires ou segmentaires (Fig. 3).

L'angiographie pulmonaire, qui a représenté pendant longtemps le *gold standard*, n'est pratiquement plus réalisée en raison de la fiabilité extrême de l'angioTDM pulmonaire.

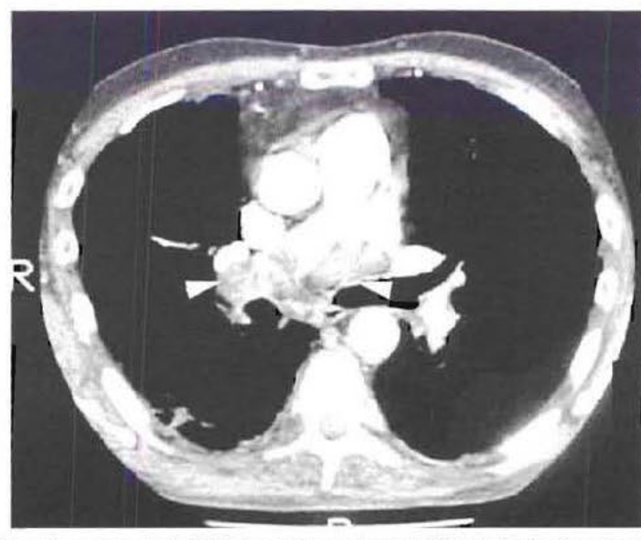


Fig. 3. Embolies pulmonaires : angioTDM. Volumineuses lacunes (têtes de flèches) représentant des embolies visibles en « gris » au sein des artères pulmonaires qui sont opacifiées par le produit de contraste (« blanc »).

Dissection aortique

Les anévrysmes disséquants se rencontrent essentiellement sur l'aorte. L'hypertension artérielle est le facteur favorisant principal : les patients atteints sont essentiellement des hommes entre 50 et 70 ans. Cette pathologie se rencontre rarement avant 40 ans (5 % des cas), où elle est associée généralement à une pathologie sous-jacente, comme le syndrome de Marfan.

La dissection est généralement due à une dégénérescence kystique de la média de la paroi vasculaire. Les dissections débutent généralement sur la crosse aortique ou l'aorte ascendante et s'étendent en aval. Les signes cliniques associent une douleur sévère interscapulaire ou abdominale supérieure, de début brutal, avec une asymétrie des pouls périphériques, une asymétrie de la pression artérielle dans les deux mem-

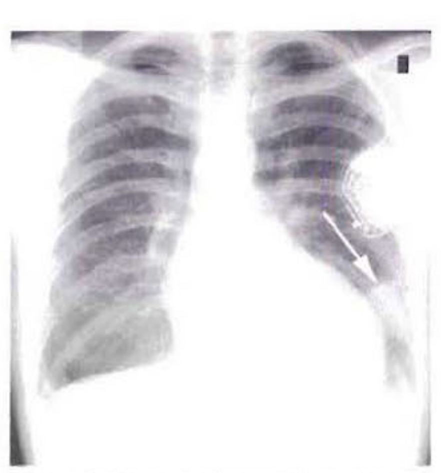


Fig. 1. Infarctus pulmonaire : opacité périphérique (« bosse de Hampton ») du lobe inférieur gauche (flèche).

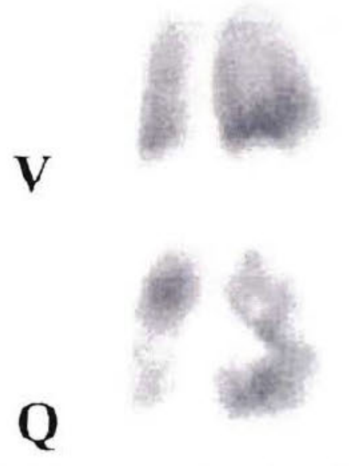


Fig. 2. Embolie pulmonaire. La scintigraphie montre un *mismatch* correspondant à une anomalie de la perfusion (Q) contrastant avec une ventilation (V) normale.

Fig. 4. Dissection aortique. Élargissement du médiastin supérieur lié à la dilatation de l'aorte qui est le siège de la dissection.

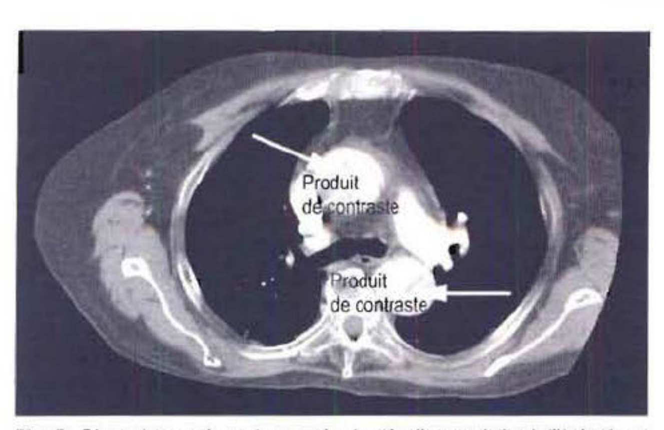


Fig. 5. Dissection aortique de type A : le décollement intimal (flèches) est visible à la fois dans l'aorte ascendante et descendante.

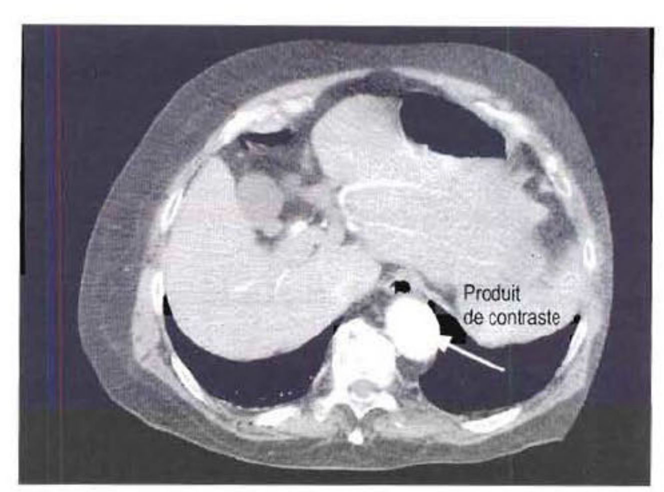


Fig. 6. Dissection aortique de type B : le décollement intimal donne à l'aorte l'aspect d'une « balle de tennis » (flèche).

bres supérieurs et parfois des symptômes neurologiques (comme un accident ischémique transitoire ou un accident vasculaire cérébral).

Le cliché thoracique montre classiquement un élargissement du médiastin, parfois difficile à affirmer chez ces patients dont le mauvais état oblige à réaliser des clichés en decubitus, en antéro-postérieur et en inspiration insuffisante : dans ces conditions techniques, l'élargissement médiastinal est assez banal (Fig. 4).

L'angioTDM est maintenant l'exploration de choix lorsque l'on soupçonne une dissection de l'aorte. Le décollement intimal sépare l'aorte en deux compartiments (vrai et faux chenal), d'aspect caractéristique.

Il existe deux types de dissection, dont le traitement est différent : la dissection de type A atteint l'aorte ascendante, tandis que celle de type B ne commence qu'en dessous de la crosse aortique (Fig. 5 et 6).

Rupture œsophagienne

La rupture œsophagienne peut survenir spontanément à la suite d'efforts de vomissements, peut être iatrogène (à la suite de la dilatation œsophagienne d'une sténose par exemple) ou enfin peut être secondaire à l'ingestion d'un corps étranger pointu. Les signes cliniques sont représentés par une douleur thoracique ou épigastrique intense.

Le cliché thoracique peut détecter un pneumo-médiastin (présence d'air dans le médiastin), un épanchement pleural ou un élargissement du médiastin (secondaire à un hématome) (Fig. 7).

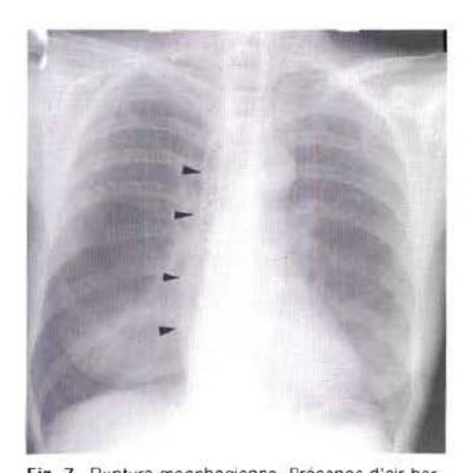


Fig. 7. Rupture œsophagienne. Présence d'air bordant le bord droit du médiastin (têtes de flèches) : pneumo-médiastin.

La TDM thoracique est l'examen de choix : elle montre, avec une grande sensibilité, le pneumo-médiastin, l'épanchement pleural, mais rarement l'image directe de la perforation pariétale.

Le transit œsophagien au produit de contraste hydrosoluble montre l'extravasation de produit de contraste au niveau de la rupture œsophagienne (Fig. 8).

Il existe d'autres causes de douleurs thoraciques qui sont résumées dans l'encadré 1.

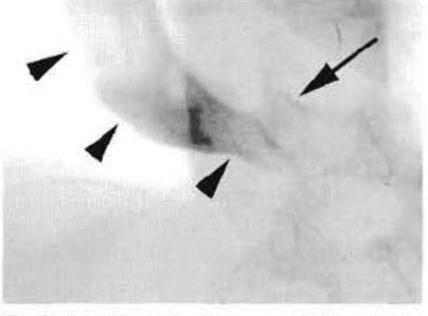


Fig. 8. Transit œsophagien au produit de contraste hydrosoluble. Présence d'une extravasation de produit de contraste (flèche) visible au niveau de la perforation du tiers inférieur de l'œsophage (têtes de flèches).

Encadré 1. **Autres causes de douleur thoracique aiguë**

Fréquentes
- Reflux gastro-œsophagien
- Fracture costale
- Péricardite
- Pleurésie

Rares
- Zona
- Spondylarthrite ankylosante
- Tabès
- Pathologie vésiculaire et pancréatique

Embolie pulmonaire, dissection aortique et rupture œsophagienne

- Le cliché thoracique est souvent normal dans l'embolie pulmonaire, mais a l'intérêt d'éliminer d'autres diagnostics
- Le cliché thoracique est généralement pathologique dans la dissection aortique – élargissement du médiastin et épanchement du cul de sac pleural gauche
- Le cliché thoracique montre, dans la rupture œsophagienne, un pneumo-médiastin, un élargissement du médiastin et un épanchement pleural
- Dans ces trois pathologies, la TDM est l'examen de choix
- La scintigraphie par ventilation-perfusion est fiable essentiellement chez les patients n'ayant pas d'antécédent pulmonaire et avec une radiographie thoracique normale

Dyspnée aiguë 1

Chez un patient présentant une dyspnée aiguë, l'important est de rechercher les causes les plus fréquentes de dyspnée, afin de traiter rapidement le patient. Les causes les plus fréquentes sont énumérées dans l'encadré 1 ; d'autres causes de dyspnée figurent dans l'encadré 2.

Asthme

Le bronchospasme survient généralement sur un terrain atopique, chez un patient qui peut déjà présenter un eczéma, une rhinite allergique, des allergies diverses, ou qui présente des antécédents familiaux d'asthme. Cliniquement, la dyspnée s'associe à un wheezing.

La radiographie thoracique peut être normale. Cependant, dans les cas d'asthme chronique, une hyperaération pulmonaire bilatérale peut s'observer (Fig. 1). Parfois, ce cliché thoracique peut détecter des complications, comme un pneumothorax ou une infection.

Encadré 1. **Causes d'une dyspnée aiguë**

- Asthme
- Œdème pulmonaire
- Pneumonie
- Décompensation aiguë d'une broncho-pneumopathie chronique obstructive
- Embolie pulmonaire
- Pneumothorax

Encadré 2.
Autres causes de dyspnée aiguë

- Tamponade
- Obstruction trachéo-bronchique
- Obstruction laryngée

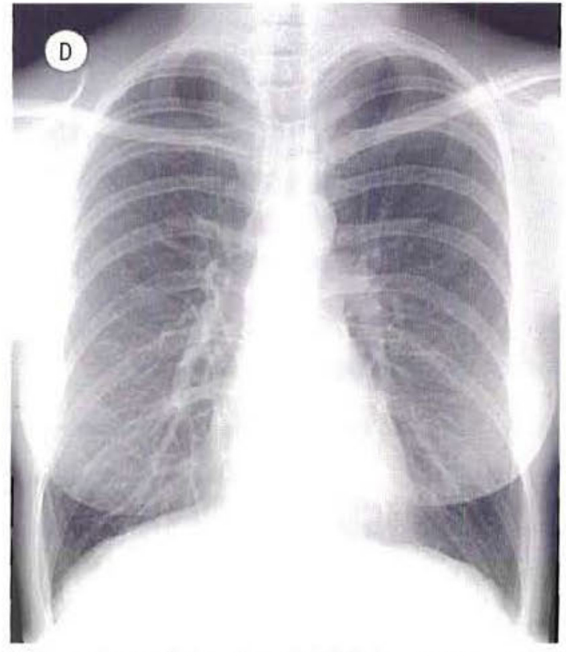


Fig. 1. Asthme : hyper-aération pulmonaire bilatérale, sans autre anomalie.

Œdème pulmonaire

Celui-ci peut être cardiogénique ou non. L'œdème pulmonaire cardiogénique résulte d'une hyperpression veineuse pulmonaire – conséquence d'une pathologie myocardique, d'une valvulopathie ou d'une surcharge hydrique (post-transfusionnelle ou secondaire à une insuffisance rénale, par exemple). L'œdème pulmonaire non cardiogénique résulte d'une augmentation de la perméabilité capillaire pulmonaire, comme dans le syndrome de détresse respiratoire aiguë de l'adulte (SDRA). Cliniquement, la dyspnée aiguë s'associe à une toux avec une expectoration mousseuse rosée, une orthopnée et une dyspnée nocturne paroxystique.

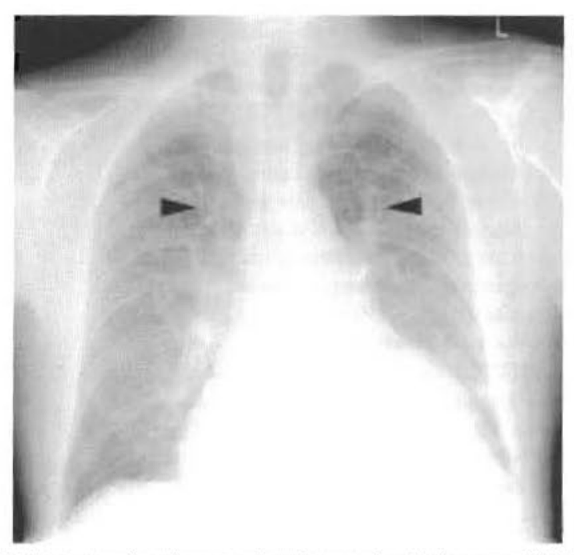


Fig. 2. Hyper-pression veineuse pulmonaire : cardiomégalie avec redistribution vasculaire vers les sommets (têtes de flèches) : en effet les vaisseaux des lobes supérieurs sont anormalement dilatés.

Fig. 3. Œdème pulmonaire interstitiel. Revascularisation vasculaire vers les sommets, associée à des lignes septales ou lignes de Kerley (petites lignes horizontales sous pleurales, perpendiculaires à la plèvre, au niveau des culs de sac pleuraux), visibles dans le cul de sac pleural gauche (flèche).

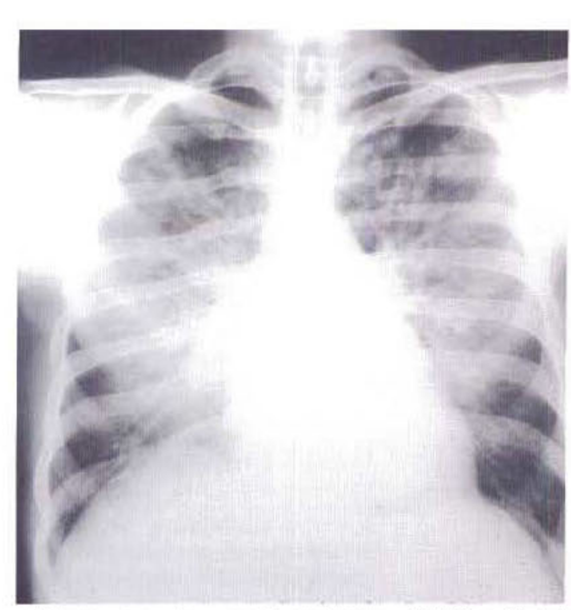


Fig. 4. Œdème pulmonaire : opacités alvéolaires péri-hilaires bilatérales en « ailes de papillon ».

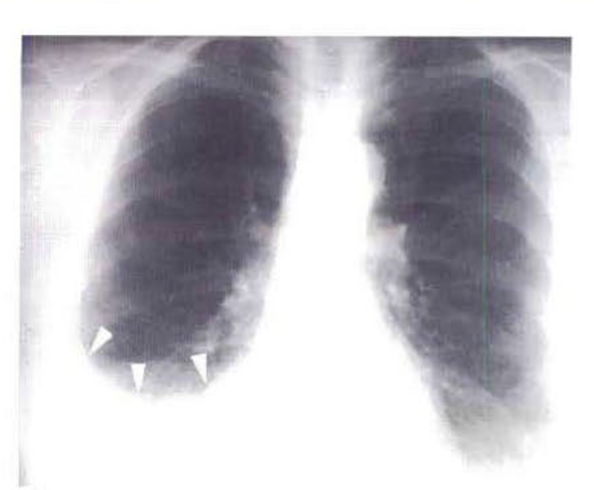


Fig. 5. Épanchement pleural : opacité déclive, concave vers le haut, visible à droite (têtes de flèches).

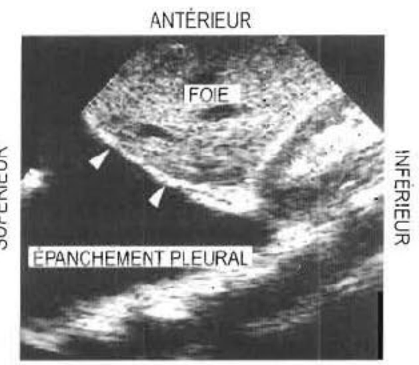


Fig. 6. Épanchement pleural en échographie : les têtes de flèches montrent la position du diaphragme.

Différentes anomalies peuvent s'observer sur la radiographie thoracique, depuis la redistribution vasculaire vers les sommets (sur un cliché debout), qui témoigne d'une hyperpression veineuse pulmonaire (Fig. 2), qui peut évoluer vers l'œdème interstitiel (Fig. 3), lui-même précurseur de l'œdème pulmonaire alvéolaire (Fig. 4).

Des épanchements pleuraux peuvent également être secondaires à une insuffisance cardiaque (Fig. 5 et 6).

L'échocardiographie est indiquée si l'on soupçonne une valvulopathie à l'origine de l'insuffisance cardiaque.

Épanchement pleural

Sur un cliché thoracique de face debout, un épanchement pleural se manifeste par une opacité déclive de la base pulmonaire, dont le bord supérieur est concave (Fig. 5). Sur le cliché de profil, l'opacité déclive, toujours concave vers le haut, est visible de la paroi antérieure jusqu'à la paroi postérieure du thorax.

Les épanchements pleuraux peuvent s'observer dans les pathologies pleurales, comme les tumeurs et les infections, qui augmentent la perméabilité de la plèvre. Ils peuvent aussi être dus à une hyperpression veineuse pulmonaire, qui augmente la pression dans les petits vaisseaux pulmonaires.

Dyspnée aiguë 1

Exploration radiologique

- Asthme : radiographie thoracique si recherche de complications
- Œdème pulmonaire : radiographie thoracique, échocardiographie
- Pneumonie : radiographie thoracique
- Broncho-pneumopathie chronique obstructive décompensée : radiographie thoracique

Dyspnée aiguë 2 : pneumonie et broncho-pneumopathie chronique obstructive

Pneumonie

La pneumonie peut être classée selon son étiologie (Encadré 1) (un germe est retrouvé chez 75 % des patients) ou selon sa topographie – lobaire (Encadré 2) ou non (Encadré 3).

Syndrome alvéolaire

Il est défini par la présence de liquide ou de cellules dans les alvéoles. Il peut être lié à un exsudat de nature infectieuse ou à la présence d'œdème. Les bronches qui contiennent de l'air sont entourées par du poumon opaque ; elles apparaissent donc comme des structures radiotransparentes qui bifurquent au sein du poumon opaque : c'est le « bronchogramme aérique ».

Sur un cliché thoracique normal, le cœur est entouré de poumons aérés radiotransparents. Si le poumon adjacent au cœur est le siège d'un syndrome alvéolaire, il aura la même densité que le cœur, faisant disparaître le bord du cœur à son contact. Ainsi, par exemple, une pneumonie du lobe moyen (qui siège au contact du bord droit du cœur) fera disparaître le bord droit du cœur (Fig. 5), tandis qu'une pneumonie de la lingula fera disparaître le bord gauche du cœur : c'est le « signe de la silhouette ».

Complications de la pneumonie

La complication majeure est l'abcès (Fig. 1) et l'empyème (Fig. 2). Un abcès pulmonaire peut survenir sur une pneumonie à staphylocoque ou à *Klebsiella*. Un empyème est défini par la présence de pus dans la cavité pleurale, secondaire soit à la rupture d'un abcès pulmonaire dans la cavité pleurale, soit à l'extension bactérienne d'une pneumonie sévère.

Encadré 1. **Classification des pneumonies selon le germe**

Germes banals
- *Streptococcus pneumoniae*
- *Mycoplasma pneumoniae*
- *Staphylococcus aureus*
- Virus influenza A

Infections nosocomiales (acquises à l'hôpital)
- Germes gram négatifs

Broncho-pneumopathie chronique obstructive

La broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) recouvre plusieurs diagnostics, comme l'emphysème, la bronchite chronique et l'asthme chronique. La BPCO n'est donc pas une maladie, mais un syndrome englobant plusieurs pathologies. La BPCO s'observe généralement chez des patients fumeurs depuis plus de 20 ans, d'âge moyen, présentant des épisodes infectieux pulmonaires à répétition avec toux et expectoration ; ils présentent habituellement une dyspnée d'effort et souvent un wheezing en expiration forcée.

L'emphysème correspond à une destruction des alvéoles au-delà des bronchioles terminales ; il se définit histologiquement par une hypertrophie et une destruction du parenchyme pulmonaire au-delà des bronchioles terminales. Dans l'emphysème, les poumons présentent une hyperaération, les coupoles diaphragmatiques sont abaissées et aplaties ; on note peu de modification entre les clichés en inspiration et en expiration. Un emphysème des bases peut entraîner une redistribution vasculaire vers les sommets. La cigarette est le facteur de risque principal de l'emphysème et de la bronchite chronique.

Encadré 2. **Causes de pneumonie lobaire**

- *Streptococcus pneumoniae* – pneumonie généralement unilobaire
- *Klebsiella pneumoniae* – pneumonie généralement multilobaire avec hypertrophie lobaire et excavation
- *Staphylococcus aureus* – particulièrement chez l'enfant
- Tuberculose – primaire ou post-primaire

Encadré 3. **Causes de pneumonie non systématisée à un lobe**

- *Haemophilus influenzae* – particulièrement sur une pathologie pulmonaire pré-existante, comme une broncho-pneumopathie chronique obstructive
- *Pseudomonas aeruginosa* – particulièrement chez les patients présentant une mucoviscidose
- *Pneumocystis carinii* – chez les patients immuno-déprimés
- Pneumonies atypiques – *Mycoplasma*, *Chlamydia* et *Coxiella burnetti*

La bronchite chronique est définie par une expectoration survenant trois mois par an pendant deux années consécutives ou plus. Les parois bronchiques sont épaissies, particulièrement aux bases, avec une hypersécrétion bronchique.

Les anomalies radiologiques de la BPCO incluent les bulles pulmonaires, l'hyperaération pulmonaire importante (plus de six arcs antérieurs costaux sont visibles au-dessus des coupoles diaphragmatiques), en association avec des coupoles aplaties (Fig. 3) et une augmentation de l'espace rétrosternal sur le cliché de profil (Fig. 4). Une surinfection à type de pneumonie peut s'observer.

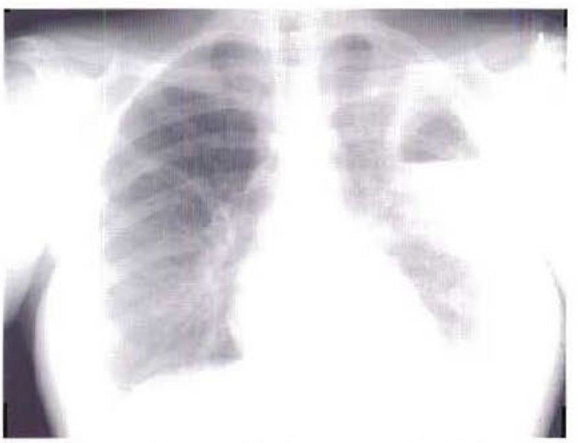


Fig. 1. Pneumopathie excavée : un abcès à paroi épaisse, avec un niveau hydro-aérique, est visible dans le lobe supérieur gauche.

Fig. 2. Empyème en échographie. Cet épanchement présentant de nombreuses cloisons a un aspect très différent d'un simple épanchement (voir figure 6 p. 41).

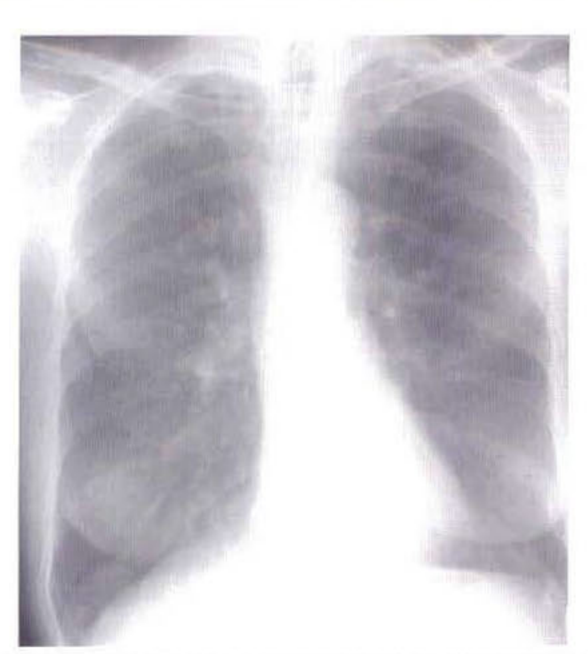


Fig. 3. Emphysème : les poumons sont le siège d'une hyperaération avec aplatissement des deux coupoles diaphragmatiques.

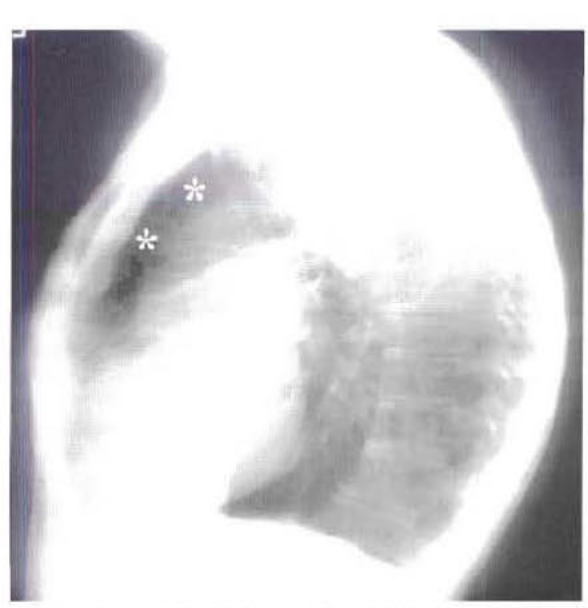


Fig. 4. Emphysème – radiographie de profil. Thorax en forme de « tonneau », avec une hyperaération de siège rétro-sternal (astérisques) et aspect plat des coupoles diaphragmatiques.

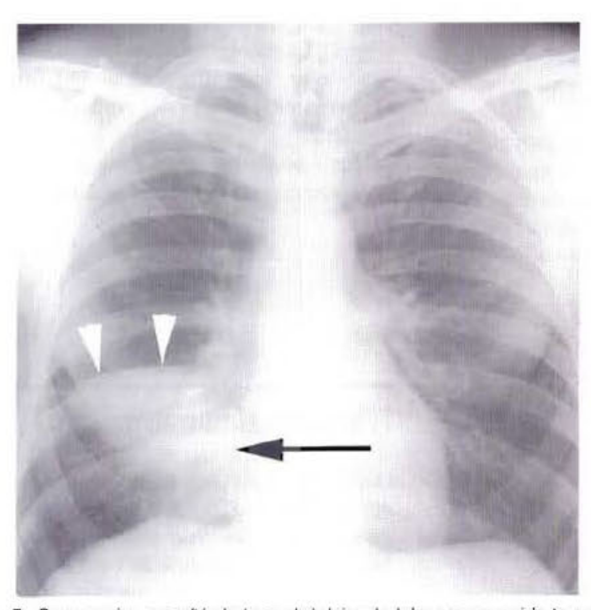


Fig. 5. Pneumonie : opacité de type alvéolaire du lobe moyen qui bute sur la petite scissure (têtes de flèches) et qui efface le bord droit du cœur (flèche).

La TDM pulmonaire en haute résolution est fiable dans le diagnostic précoce et le bilan d'extension de l'emphysème, montrant, avec une bonne sensibilité, les lésions hypodenses, sans paroi visible, correspondant aux destructions des parois alvéolaires.

Deux autres causes de dyspnée ont déjà été traitées – *l'embolie pulmonaire*, p. 38 et *le pneumothorax*, p. 37.

Pneumonie et pneumopathie chronique obstructive

- Les différents types de pneumonie réalisent des aspects radiologiques différents
- La pneumonie à Streptocoque est généralement unilobaire, tandis que la tuberculose est volontiers apicale
- Les patients immuno-déprimés présentent des infections à germes opportunistes
- Dans l'emphysème, les poumons sont hyperaérés, avec des coupoles diaphragmatiques abaissées et aplaties avec un cœur étroit et vertical
- La broncho-pneumopathie chronique obstructive s'observe chez le fumeur ; sur le cliché thoracique, la trame pulmonaire est augmentée, en raison de l'épaississement des parois bronchiques observé dans la bronchite chronique et/ou une redistribution vasculaire dans les territoires non atteints par l'emphysème
- La TDM est très fiable dans le diagnostic d'emphysème

Toux chronique, douleur thoracique, hémoptysie et dyspnée 1

Les différentes pathologies pouvant causer ces symptômes sont énumérées dans l'encadré 1.

Le cancer broncho-pulmonaire, les métastases pulmonaires et les granulomatoses seront discutés dans les pages suivantes.

Encadré 1. **Différentes causes de toux chronique, douleur thoracique, hémoptysie et dyspnée**

Tumeurs pulmonaires
- Tumeur pulmonaire primitive
- Métastases pulmonaires

Fibrose pulmonaire
- Fibrose pulmonaire idiopathique

Collagénoses
- Polyarthrite rhumatoïde
- Sclérodermie

Granulomatoses
- Tuberculose
- Sarcoïdose

Bronchectasies

Maladie thrombo-embolique pulmonaire (voir p. 38)

Comment distinguer les tumeurs pulmonaires malignes des bénignes

Les tumeurs bénignes n'augmentent pas rapidement de volume sur des clichés thoraciques successifs, à l'inverse des tumeurs malignes (à moins qu'elles ne soient traitées). Les tumeurs malignes sont généralement plus volumineuses et comme elles infiltrent les tissus adjacents, leur contour est plus irrégulier que les tumeurs bénignes dont les contours sont nets.

Les calcifications s'observent plus fréquemment dans les tumeurs bénignes.

Lorsqu'une tumeur maligne érode une paroi bronchique, de l'air peut pénétrer dans la masse qui apparaît donc excavée ; un niveau hydro-aérique peut survenir. Les lésions excavées de nature maligne ont généralement une paroi épaisse, quoique les carcinomes épidermoïdes puissent avoir une paroi fine.

Lymphomes

Le lymphome est une pathologie proliférative du système lympho-réticulaire. Les lymphomes malins peuvent être divisés en deux groupes : la maladie de Hodgkin et les lymphomes non hodgkiniens. La maladie de Hodgkin s'observe plus souvent dans le thorax que les lymphomes non hodgkiniens.

Cliniquement, le patient présente des adénopathies cervicales, une fièvre avec des sueurs nocturnes et un amaigrissement.

Les adénopathies médiastinales et hilaires sont les signes les plus fréquents, présents dans 90 à 99 % des cas. Les ganglions hilaires sont atteints de façon bilatérale dans 50 % des cas (Fig. 1).

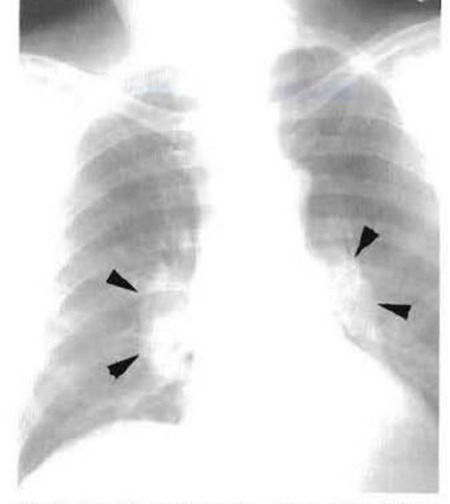


Fig. 1. Maladie de Hodgkin : adénopathies hilaires bilatérales (têtes de flèches).

Tumeur de Pancoast-Tobias

La tumeur de Pancoast-Tobias est un cancer broncho-pulmonaire de siège apical. Les côtes, le rachis et la moelle, le plexus brachial et les nerfs sympathiques peuvent être envahis. Le cliché thoracique montre une masse tumorale apicale adjacente à une destruction osseuse. Ces anomalies sont mieux analysées en TDM ou en IRM.

Anomalies visibles à distance des tumeurs malignes primitives

Ostéoarthropathie hypertrophiante pneumique

Elle se révèle cliniquement par des douleurs ostéo-articulaires. Les clichés conventionnels montrent une périostite épaisse à bords flous, visible tout particulièrement le long des os longs des mains et des avant-bras, mais aussi sur le tibia, la fibula et les pieds (Fig. 2). La scintigraphie est fortement positive, avec une distribution linéaire de l'hyperfixation le long des corticales des os concernés.

Cette périostite douloureuse régresse après exérèse de la tumeur maligne primitive.

Fibrose pulmonaire

Quelle que soit son étiologie, la fibrose diffuse (Encadré 2) peut entraîner une dyspnée progressive, une toux sèche et une fatigue (sur une période de 1 à 5 ans), avec un syndrome restrictif sur les épreuves fonctionnelles respiratoires. Cette fibrose prédomine classiquement aux bases.

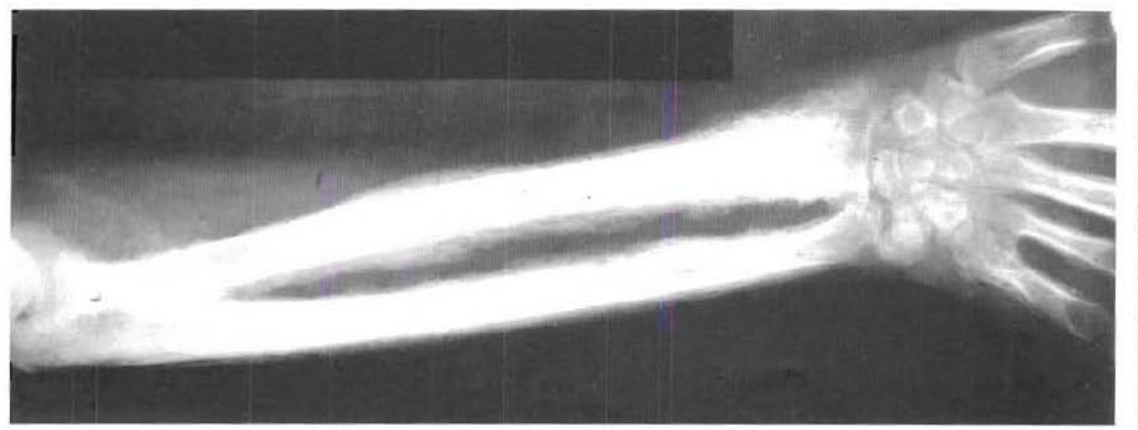


Fig. 2. Ostéoarthropathie hypertrophique : périostite à bords flous, visible le long du radius et de l'ulna. Les os du carpe sont normaux, mais les métacarpiens sont également atteints. Ces anomalies ne s'observent pas seulement dans les pathologies pulmonaires, mais aussi dans les maladies gastro-intestinales chroniques.

Fibrose pulmonaire idiopathique

Le cliché standard montre un syndrome interstitiel diffus et bilatéral, fait de lignes septales ou de petites opacités réticulaires irrégulières, prédominant aux bases (85 %). L'aspect en « rayons de miel » peut être vu dans les formes avancées (jusqu'à 74 % des cas) avec une perte progressive de volume pulmonaire (Fig. 3).

Encadré 2. **Causes fréquentes de fibrose pulmonaire**

- Fibrose idiopathique
- Collagénoses
  Poumon rhumatoïde
  Sclérodermie

La TDM en haute résolution est beaucoup plus sensible, montrant plus précocement l'aspect typique d'opacités réticulaires, prédominant aux bases et en sous-pleural. Les opacités réticulaires peuvent être grossières et ressembler aux opacités en « rayons de miel » (Fig. 4).

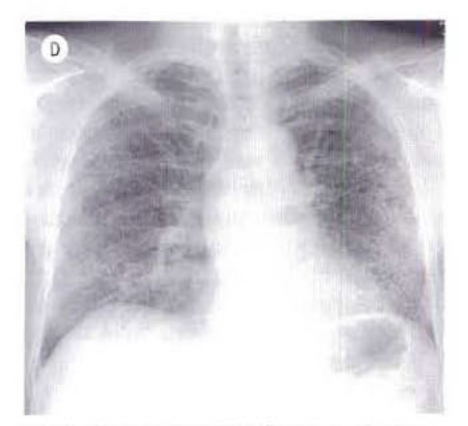


Fig. 3. Fibrose pulmonaire idiopathique : lignes septales bilatérales diffuses, associées à de petites opacités réticulaires irrégulières qui prédominent aux bases. L'ensemble rend les bords du cœur flous, avec une surélévation des coupoles diaphragmatiques, liée à une perte progressive du volume pulmonaire.

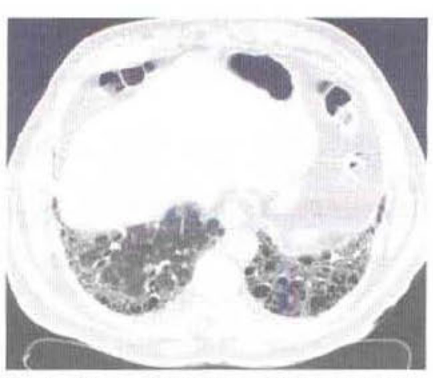


Fig. 4. Fibrose idiopathique – TDM haute résolution : fibrose basale bilatérale d'aspect grossièrement réticulée, ressemblant à l'aspect en « rayons de miel ».

Collagénoses

Poumon rhumatoïde

La fibrose pulmonaire peut s'observer chez 50 % des patients présentant une polyarthrite rhumatoïde, avec une prédominance masculine de 5/1 (Fig. 5), alors que la polyarthrite rhumatoïde survient préférentiellement chez les femmes.

Sclérodermie

Cette collagénose entraîne une atteinte pulmonaire dans 10 à 25 % des cas.

Toux chronique, douleur pulmonaire, hémoptysie et dyspnée 1

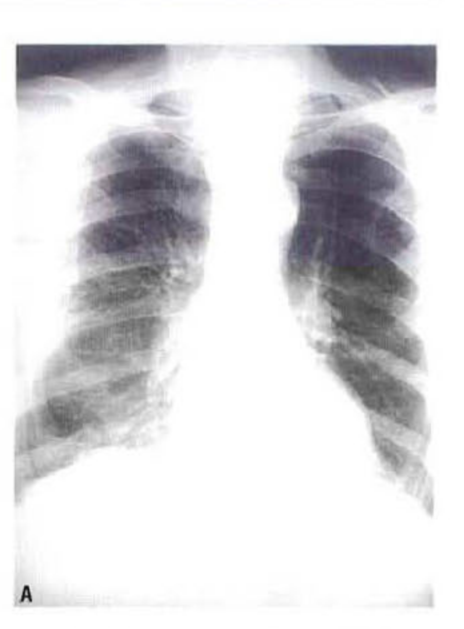
Exploration radiologique

Cancer du poumon
- Radiographie thoracique
- TDM du thorax et du foie
- TDM cérébrale

Lymphome
- Radiographie thoracique
- TDM thoraco-abdo-pelvien

Fibrose idiopathique
- Radiographie thoracique
- TDM en haute résolution

Bronchectasies
- Radiographie thoracique
- TDM en haute résolution



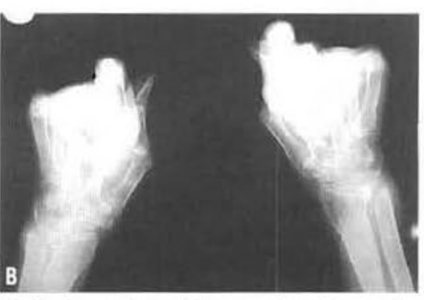


Fig. 5. Fibrose interstitielle secondaire à une polyarthrite rhumatoïde. Syndrome interstitiel diffus, avec lignes septales, épargnant relativement les apex. Il s'y associe une hypertension artérielle pulmonaire avec hiles proéminents. Malformation importante des mains secondaire à la polyarthrite rhumatoïde. Noter les érosions de la partie inférieure de l'ulna et du radius.

Toux chronique, douleur thoracique, hémoptysie et dyspnée 2 : tumeurs pulmonaires

On distingue les tumeurs primitives des tumeurs secondaires du poumon.

Tumeurs secondaires ou métastases

Les tumeurs secondaires ou métastases pulmonaires sont les plus fréquentes. L'encadré 1 énumère les cancers primitifs qui sont le plus souvent à l'origine de métastases pulmonaires.

Encadré 1. **Cancers primitifs responsables de métastases pulmonaires**

- Rein
- Sein
- Prostate
- Tête et cou
- Thyroïde

Signes radiologiques

L'aspect typique sur le cliché thoracique est celui de multiples nodules de taille variée (Fig. 1).

La TDM est beaucoup plus sensible que la radiographie thoracique pour la détection des métastases pulmonaires ; elle montre également des opacités arrondies, à bords nets, de taille variable.

Tumeurs pulmonaires primitives

Cancer broncho-pulmonaire

Le carcinome bronchique est la tumeur primitive pulmonaire la plus fréquente, mettant en jeu le pronostic vital. Classiquement plus fréquente chez l'homme, son incidence augmente chez la femme en raison du nombre de plus en plus important de femmes qui fument (Encadré 2). Le carcinome bronchique s'observe rarement avant 30 ans et se rencontre généralement entre 50 et 70 ans. L'incidence de la tumeur est liée au nombre de cigarettes fumées, bien que le fait d'arrêter de fumer diminue le risque d'apparition de la tumeur. Les fumeurs qui travaillent au contact de l'amiante ont une incidence accrue de cancer du poumon ; de même, certaines expositions professionnelles (uranium, nickel, arsenic) augmentent ce risque. En Grande-Bretagne, ces cancers constituent 16 % de l'ensemble des cancers chez l'homme et 12 % des cancers chez la femme. Son pronostic est mauvais, avec une survie à 5 ans située au tour de 5 %.

Encadré 2. **Différents types histologiques de cancer du poumon**

- Adénocarcinome (50%) – forme histologique la plus fréquente chez la femme et chez les non fumeurs. Tumeur généralement périphérique
- Carcinome épidermoïde (30–35%) – se rencontre très fréquemment chez les fumeurs ; les deux tiers ont une topographie centrale (bronches souches, lobaires ou segmentaires)
- Carcinome à petites cellules (15%) – se rencontre très fréquemment chez les fumeurs ; augmentation de volume rapide et métastases fréquentes
- Carcinome à grandes cellules (< 5%) – se rencontre fréquemment chez les fumeurs – généralement périphérique

Ce cancer s'observant essentiellement chez les fumeurs, on trouve les comorbidités suivantes : coronaropathie, bronchite chronique et emphysème, cancer du pancréas, de la vessie, cancer ORL et de l'œsophage.

Signes cliniques et physiopathologie

Cinquante pour cent des cancers du poumon ont un siège central, c'est-à-dire en amont des bronches segmentaires. La tumeur se développe aux dépens de la muqueuse bronchique et fait saillie dans la lumière bronchique, pouvant l'obstruer ; ceci entraîne une atélectasie (ou collapsus) en aval du lobe pulmonaire normalement aéré par cette bronche. Dans ce lobe, l'air est résorbé, laissant place à une opacité systématisée ; une atélectasie peut se surinfecter.

Les symptômes des tumeurs centrales sont la toux, le wheezing, l'hémoptysie, et la pneumonie.

Les tumeurs périphériques apparaissent comme des nodules arrondis ou spiculés. Lorsqu'il existe un collapsus distalement à la tumeur, celui-ci est beaucoup plus petit que celui que l'on observe lorsque la tumeur est centrale. Les tumeurs périphériques peuvent entraîner des douleurs thoraciques ou un syndrome de Pancoast-Tobias.

Un syndrome cave supérieur correspondant à une obstruction de la veine cave supérieure entraîne une distension veineuse et un œdème de la tête et du cou ; une modification de la voix peut être liée à une atteinte du nerf récurrent : l'ensemble de ces anomalies sont les conséquences des tumeurs centrales.

Une compression ou un envahissement de l'œsophage peuvent être liés à une tumeur maligne centrale ou à une adénopathie ; le patient présente alors une dysphagie. L'envahissement local du nerf phrénique peut entraîner une paralysie du diaphragme.

Les tumeurs périphériques et centrales peuvent métastaser aux ganglions médiastinaux qui, en s'hypertrophiant, peuvent comprimer les bronches.

Les cancers du poumon peuvent envoyer des métastases aux ganglions supraclavicu-

Fig. 1. Métastases pulmonaires : multiples opacités arrondies en « lâcher de ballon » visibles dans les deux champs pulmonaires.

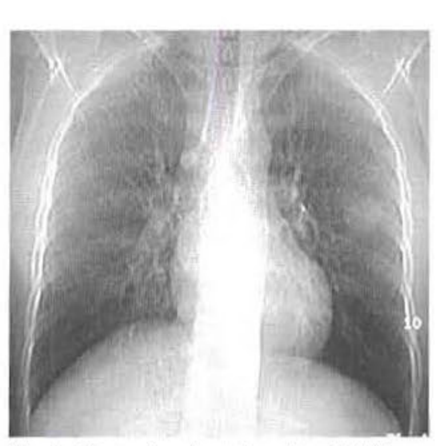


Fig. 2. Cancer broncho-pulmonaire périphérique. Cette radiographie numérisée réalisée lors de la TDM montre une masse pulmonaire à la partie moyenne du champ pulmonaire gauche.

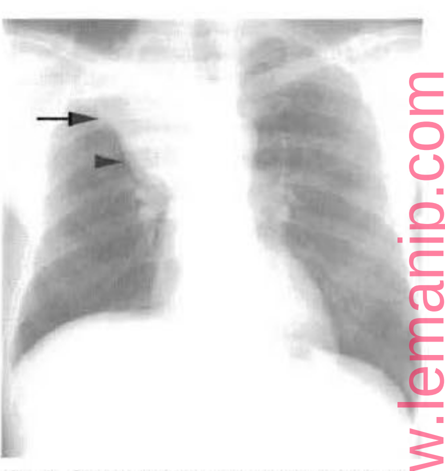


Fig. 3. Cancer broncho-pulmonaire primitif central (tête de flèche). Signe de Golden : atélectasie incomplète du lobe supérieur droit, associée à une masse proximale à bord convexe vers le dehors, correspondant à un cancer primitif du hile droit. Noter la surélévation de la petite scissure (flèche).

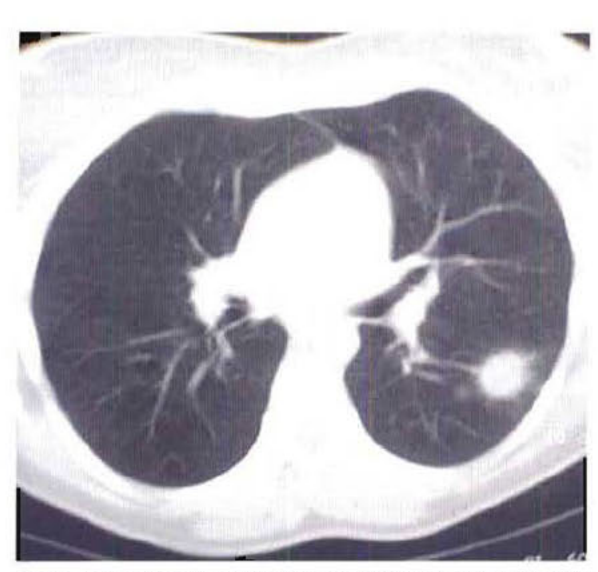


Fig. 4. Cancer broncho-pulmonaire périphérique (même patient que celui de la figure 2). Masse tissulaire, à bords spiculés, située dans le segment apical du lobe inférieur gauche.

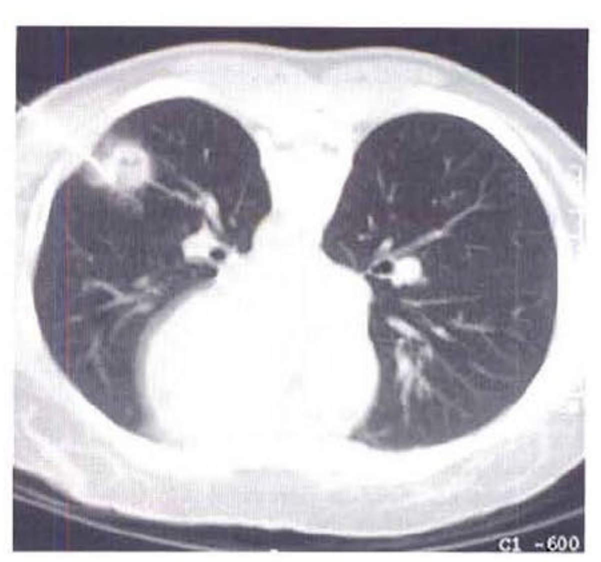


Fig. 5. Biopsie d'un cancer broncho-pulmonaire primitif. Le patient est en procubitus, l'aiguille à biopsie métallique est visible à l'intérieur de la tumeur.

laires, ainsi qu'au foie, à l'os et au cerveau et classiquement aux glandes surrénales.

Radiographie thoracique

Une masse pulmonaire à contours flous réalise l'aspect typique d'un cancer broncho-pulmonaire (Fig. 2). Si la masse entraîne une obstruction bronchique, une atélectasie d'un lobe ou plus peut survenir (Fig. 3).

Quand il existe une paralysie phrénique, la coupole diaphragmatique reste immobile entre l'inspiration et l'expiration.

TDM

La TDM est l'examen de choix pour faire le bilan d'extension locorégional d'un cancer broncho-pulmonaire (extension pleurale et à la paroi thoracique pour les tumeurs périphériques, envahissement des organes du médiastin pour les tumeurs centrales, détection des adénopathies médiastinales) : elle recherche également des métastases hépatiques, cérébrales et surrénaliennes. Lorsque la biopsie sous fibroscopie bronchique est négative, la biopsie sous contrôle TDM permet d'aboutir au diagnostic histologique précis (Fig. 4 et 5).

Tomographie par émission de positrons (TEP)

Elle a un rôle important dans le bilan d'extension des tumeurs malignes pulmonaires.

Tumeurs pulmonaires

- Les tumeurs pulmonaires peuvent être primitives ou secondaires
- Les métastases pulmonaires se manifestent typiquement par des opacités arrondies, multiples de taille différente
- Les tumeurs primitives se rencontrent le plus souvent chez les fumeurs
- Sur le cliché thoracique et la TDM, elles ont l'aspect d'une masse à bord flous, avec un contour spiculé
- Les tumeurs malignes peuvent entraîner une atélectasie pulmonaire et/ou comprimer et envahir des structures médiastinales (veine cave supérieure, œsophage)
- La TDM est très sensible dans la détection des métastases pulmonaires
- La TDM et la TEP ont un rôle important dans le bilan d'extension préopératoire du cancer broncho-pulmonaire
- Les tumeurs bénignes sont arrondies, bien limitées et souvent calcifiées

Toux chronique, douleur thoracique, hémoptysie et dyspnée 3 : granulomatose pulmonaire

Tuberculose

La tuberculose (TB) est responsable de plus de décès dans le monde qu'aucune autre lésion infectieuse. La TB pendant longtemps se contractait par l'ingestion de lait de vache non pasteurisé ; avant l'avènement des antibiotiques, utilisés depuis 1948, on comptait 50 000 cas de TB chaque année en Grande-Bretagne ; ce chiffre a chuté à 5000 dans les années 1990. Le nombre de cas remonte à nouveau avec actuellement 7000 nouveaux cas rapportés chaque année. Les raisons de l'augmentation de l'incidence de la tuberculose sont résumées dans l'encadré 1.

Comme on peut le voir dans l'encadré 2, le plus grand nombre de décès liés à la tuberculose en l'an 2000 s'est observé en Asie du Sud et du Sud-Est. Les conditions de vie y sont pour beaucoup (surpopulation favorisant la contagion d'une famille entière vivant sous le même toit). Le développement du VIH chez les toxicomanes est également responsable de l'augmentation d'incidence de la TB. L'incidence de la TB en Europe de l'Est est probablement liée au niveau de pauvreté obligeant les familles à vivre dans un espace réduit.

Les signes radiologiques de la TB sont différents s'il s'agit d'une primo-infection ou d'une réactivation de la pneumo-infection (TB post-primaire).

Primo-infection tuberculeuse

Le mode d'infestation est aérien par inhalation de gouttelettes infectées (Encadré 3). L'infection survient généralement pendant l'enfance ; elle est le plus souvent asymptomatique (90 % des cas).

Encadré 1. Facteurs expliquant l'augmentation d'incidence de la tuberculose

- Augmentation de la pauvreté, des SDF (sans domicile fixe)
- Instabilité politique, émigration
- Réduction du budget de santé publique
- Toxicomanie
- Infection au VIH/sida
- Apparition de souches de bacilles tuberculeux résistants

Signes radiologiques

Il s'agit d'opacités alvéolaires à bords flous, systématisées à un segment ou à un lobe ; ces opacités siègent typiquement dans les lobes inférieurs, dans le lobe moyen ou le segment antérieur du lobe supérieur. Des adénopathies hilaires volumineuses (60 %), para-trachéales (40 %), et sous-carinaires peuvent s'observer chez l'enfant (Fig. 1) (voir Fig. 2 pour la tuberculose miliaire).

Un nodule pulmonaire calcifié, à bords nets, peut également s'observer à titre de séquelle, souvent associé à un ganglion médiastinal calcifié.

Tuberculose post-primaire (réactivation)

L'incidence de la tuberculose post-primaire est de 1 à 10 % par an, dépendant de l'état immunitaire individuel.

Radiologiquement, elle atteint généralement les segments apicaux et postérieurs des lobes supérieurs (85 %) et les segments supérieurs des lobes inférieurs (10 %). Il s'agit d'une opacité excavée à paroi épaisse et irrégulière ; la guérison se fait sous la forme de lésions de fibrose (Fig. 3) et de bronchectasie des lobes supérieurs. Des ganglions hilaires et médiastinaux calcifiés peuvent s'observer.

Encadré 2. Incidence de la tuberculose en fonction des sites géographiques en l'an 2000

- Asie du Sud-Est : 3 952 000
- Région Pacifique Ouest : 2 255 000
- Afrique : 2 079 000
- Pays Méditerranéens de l'Est : 870 000
- Amérique du Sud : 645 000
- Europe de l'Est : 210 000
- Europe Occidentale, États-Unis, Canada, Australie, Japon et Nouvelle-Zélande : 211 000

Encadré 3. Histoire naturelle de la primo-infection

- L'immunité se développe à la suite de la primo-infection
- La tuberculose primaire progressive survient dans 10% des cas ; elle est généralement liée à un déficit immunitaire
- Miliaire tuberculeuse – secondaire à une dissémination hématogène massive. La radiographie thoracique montre d'innombrables micro-nodules diffus n'excédant pas 3 mm de diamètre
- Tuberculose post-primaire – réactivation après de nombreuses années

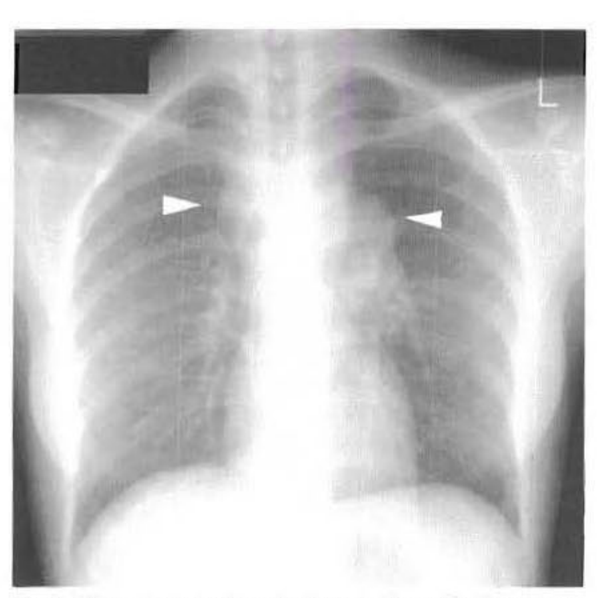
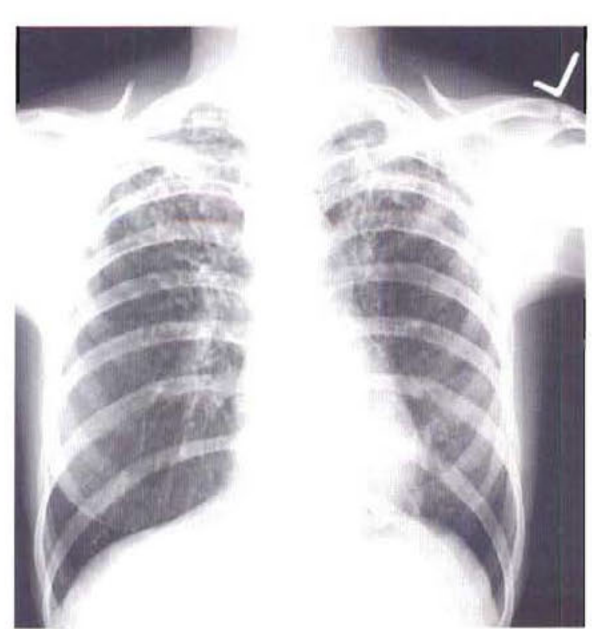


Fig. 1. Tuberculose primaire : volumineuse adénopathie hilaire gauche et paratrachéale droite (têtes de flèches).

Fig. 2. Miliaire tuberculeuse : innombrables micro-nodules, inférieurs ou égaux à 3 mm de diamètre.



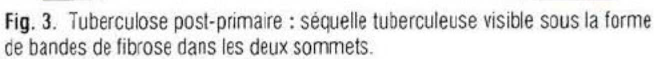


Fig. 3. Tuberculose post-primaire : séquelle tuberculeuse visible sous la forme de bandes de fibrose dans les deux sommets.

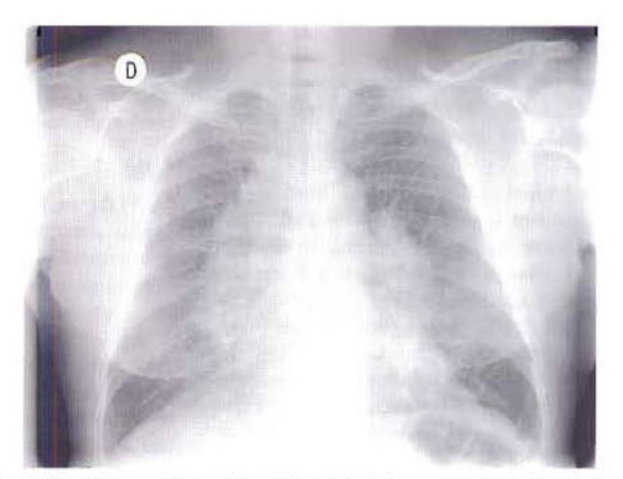


Fig. 4. Sarcoïdose : adénopathies hilaires bilatérales et para-trachéales droites.

Un épanchement pleural et un empyème peuvent se développer, et la plèvre peut se calcifier dans les atteintes chroniques, donnant un aspect de calcifications à bords irréguliers, parfois volumineuses.

La colonisation des cavernes apicales par l'*Aspergillus* peut survenir, formant un aspergillome (voir l'encadré 4 pour la liste des organismes responsables d'une TB).

Sarcoïdose

La sarcoïdose est une granulomatose d'étiologie inconnue, pouvant atteindre de nombreux organes. Elle s'observe le plus souvent chez les femmes de couleur noire (M/F : 1/3 ; race noire/race blanche : 14/1). L'atteinte thoracique s'observe chez 90 % des patients, et s'accompagne dans 70 % des cas d'une augmentation de l'enzyme de conversion.

Dans la forme aiguë de la sarcoïdose, les patients présentent des adénopathies bilaires bilatérales, de la fièvre, un érythème noueux et des arthralgies.

Dans la forme chronique de la maladie, 50 % des patients sont asymptomatiques, mais une dyspnée progressive (25 %) et une hémoptysie (4 %) peuvent s'observer.

Signes radiologiques

L'anomalie radiologique la plus fréquente est représentée par les adénopathies hilaires (80 % des cas environ). Les ganglions paratrachéaux droits peuvent également s'observer (Fig. 4). Lors de l'évolution, ces ganglions peuvent se calcifier à leur périphérie.

À un stade ultérieur, une atteinte pulmonaire peut survenir : elle est multifocale et prédomine classiquement la partie moyenne et supérieure des champs pulmonaires : elle est faite essentiellement de micro et/ou de macronodules.

À un stade ultérieur, une fibrose pulmonaire peut s'établir.

Encadré 4. **Organismes pouvant entraîner une tuberculose**

Mycobacterium tuberculosis (95%)
Mycobactéries atypiques en augmentation
- *M. avium*– intracellulare
- *M. kansasii*
- *M. fortuitum*

Granulomatoses pulmonaires

- La tuberculose peut être primaire ou post-primaire
- Son incidence est en augmentation dans les pays en voie de développement
- Elle devient un problème de santé majeur
- Primo-infection : pneumonie tuberculeuse, adénopathies, nodule calcifié séquellaire
- Tuberculose post-primaire : caverne apicale, adénopathies médiastinales calcifiées, pleurésie ; parfois aspergillome
- La sarcoïdose, d'étiologie inconnue, a des signes radiologiques typiques : adénopathies hilaires et para-trachéales droites, pouvant évoluer vers des micro et/ou des macro-nodules et des opacités infiltratives, pouvant ou non évoluer vers la fibrose

Toux chronique, douleur thoracique, hémoptysie et dyspnée 4 : bronchectasies et mucoviscidose

Bronchectasies

La bronchectasie est le terme utilisé pour décrire une dilatation bronchique irréversible. L'encadré 1 énumère les différentes étiologies des bronchectasies.

Les patients présentant une fibrose pulmonaire ont une distorsion de l'anatomie pulmonaire et leurs bronches se dilatent (bronchectasies de traction). Les bronchectasies cylindriques ou tubulaires se définissent par des bronches dilatées avec des parois parallèles (Encadré 2). Dans les bronchectasies sacculaires, des saccules sont visibles à la terminaison des bronches. Les bronchectasies de type variqueux correspondent à des dilatations plus irrégulières des bronches.

Cliché thoracique

Les lobes inférieurs sont le plus souvent atteints (Fig. 1) avec des opacités en bandes, qui peuvent bifurquer, correspondant à des bronches pleines de sécrétions. On note également un épaississement des parois bronchiques qui contiennent de l'air, réalisant des opacités en « rails », et parfois des opacités kystiques aériques contenant ou non un niveau hydro-aérique.

TDM

La TDM en haute résolution est l'examen le plus sensible pour affirmer une dilatation des bronches devant l'absence d'effilement normal des bronches (Fig. 2). L'aspect le plus typique est celui des opacités en « rails » que l'on observe quand les bronches sont orientées horizontalement par rapport à la coupe. Lorsque les bronches sont coupées perpendiculairement, on note des opacités annulaires remplies d'air, correspondant aux bronches dilatées, dont le diamètre est supérieur à celui de la branche de l'artère pulmonaire qui l'accompagne (Fig. 3). La dilatation kystique des bronches s'observe dans les cas sévères.

Ces anomalies sont au mieux analysées par la TDM en haute résolution.

Encadré 1. Étiologie des bronchectasies

Congénitales
- Anomalie de motilité mucociliaire : syndrome de Kartagener
- Anomalie des sécrétions : mucoviscidose
- Déficit immunitaire : déficit en IgG

Acquises
Post-infectieux : rougeole, coqueluche, tuberculose
Obstruction bronchique
Inhalation

Aucune cause n'est retrouvée dans 50% des cas

Encadré 2. Classification des bronchectasies
- Bronchectasies cylindriques / tubulaires
- Bronchectasies sacculaires / cystiques
- Bronchectasies variqueuses (rares)

Fig. 3. Bronchectasies – TDM en haute résolution. Dilatation kystique diffuse des bronches (K), prédominant dans le lobe moyen et le lobe inférieur gauche. Les bronches dilatées contiennent de l'air et sont donc extrêmement hypodenses (« noires ») ; elles se différencient donc des branches de l'artère pulmonaire qui contiennent du sang et qui sont donc opaques (« blanches »). Noter l'épaississement marqué des parois bronchiques et l'aspect annulaire des bronches dilatées coupées transversalement (flèches).

Mucoviscidose

Cette maladie atteint de nombreux organes et correspond à une anomalie génétique entraînant une pathologie du mucus et de la sécrétion de la sueur. Au niveau pulmonaire, le mucus est épais et visqueux, entraînant une obstruction bronchique, et en aval des infections, des bronchectasies et de la fibrose (Fig. 4).

La mucoviscidose entraîne également une malabsorption digestive liée à une anomalie du pancréas, et une stérilité masculine.

Radiologiquement, il existe un épaississement des parois bronchiques et des bronchectasies, responsables d'opacités hilaires. Il existe également des adénopathies hilaires secondaires à des infections chroniques et une dilatation des artères pulmonaires secondaire à une hypertension artérielle pulmonaire.

Fig. 4. Mucoviscidose. Hyperaération pulmonaire bilatérale. Les parois épaissies des bronches dilatées sont visibles dans les deux poumons, réalisant des densités en « rails ». Les opacités en bandes, présentant des images de bifurcation dans la moitié inférieure du champ pulmonaire gauche correspondent à des bronches dilatées remplies de sécrétions (avec l'aimable autorisation du Dr. J. Batten, hôpital Brompton).

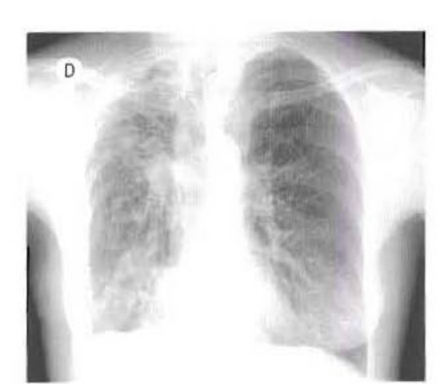


Fig. 1. Bronchectasies : épaississement marqué des parois bronchiques visible dans le lobe inférieur droit (opacités en « rails »). Noter une fibrose ancienne avec rétraction du lobe supérieur droit secondaire à des séquelles tuberculeuses.

Fig. 2. Bronchectasies cylindriques ou tubulaires. La TDM au niveau des hiles montre des bronchectasies diffuses (bien vues dans le segment apical du lobe inférieur droit). Les bronches ne s'effilent pas et sont donc dilatées ; elles ont des parois épaissies et irrégulières (reproduit avec la permission de Sutton, ed. Textbook of radiology and imaging. 7e éd. Édimbourg : Churchill Livingstone ; 2002.)

Bronchectasies et mucoviscidose

- Les bronchectasies surviennent à la suite d'une infection chez l'enfant ou d'une tuberculose ou d'une inhalation chez l'adulte
- Les bronchectasies peuvent se compliquer d'infections pulmonaires à répétition
- La TDM est l'examen le plus sensible pour détecter les bronchectasies et faire leur bilan topographique
- La mucoviscidose est une maladie génétique entraînant un épaississement des sécrétions. Au niveau pulmonaire, elle entraine des bronchectasies, des zones de fibrose et des infections pulmonaires répétées ; grâce au traitement actuel, les enfants atteints de mucoviscidose atteignent l'âge adulte

Partie 3

Appareil digestif

Exploration radiologique de l'appareil digestif

Pratiquement toutes les techniques d'imagerie sont utilisées pour explorer l'appareil digestif. Le choix du type d'exploration dépend largement de la question clinique posée et sera décrit dans les chapitres suivants. Cependant, il faut séparer les techniques d'imagerie utilisées pour le tube digestif (comme les opacifications barytées) et celles qui analysent le mieux les viscères pleins (comme l'échographie, la TDM).

Radiographies standard

L'abdomen sans préparation (ASP) apporte très peu de renseignements en dehors de deux situations cliniques : l'occlusion (recherche de distension gazeuse digestive et de niveaux hydro-aériques) et la rupture d'organes creux (recherche de pneumopéritoine).

Opacifications digestives

Examens barytés

Le sulfate de baryum est utilisé comme produit de contraste liquide car il est extrêmement dense sur les clichés standard, en raison de sa capacité à absorber les rayons X. L'œsophage, l'estomac, le grêle et le côlon deviennent alors visibles, car leur lumière est remplie de ce produit de contraste. Il faut distinguer les opacifications en simple contraste (où la baryte est utilisée seule) ou en double contraste (où l'on utilise également une distension gazeuse du tube digestif, de façon que la baryte forme un film très fin collé à la muqueuse) (Fig. 1).

La fibroscopie œso-gastro-duodénale a largement remplacé le transit œso-gastro-duodénal par opacification barytée, en raison de sa plus grande sensibilité pour les lésions muqueuses et sa capacité à réaliser des biopsies. Le transit œso-gastro-duodénal (TOGD) est réservé aux patients chez qui la fibroscopie est impossible (exemple : sténose infranchissable) ou pour les troubles de la motricité. Dans les deux cas, le patient ingère une suspension barytée. Pour le double contraste, il avale des pastilles effervescentes destinées à distendre l'estomac en dégageant du dioxyde de carbone. Le transit du grêle (opacification barytée du grêle) est encore utilisé en raison de la relative inaccessibilité à l'entéroscopie et de la vidéocapsule. La séparation des anses grêles à l'aide d'une compression réalisée sous scopie est une aide au diagnostic (Fig. 2).

Le lavement baryté en double contraste a une sensibilité très supérieure au lavement baryté en simple contraste (la baryte et l'air sont introduits dans le côlon par une canule rectale). Il est encore utilisé dans de nombreux pays en raison de sa fiabilité et l'absence du risque de perforation colique que comporte la coloscopie ; celle-ci a cependant pour avantage de pouvoir réaliser des biopsies ou l'exérèse de polypes. En France, le lavement baryté est réservé aux patients chez qui la coloscopie est contre-indiquée (tares contre-indiquant l'anesthésie) ou impossible (sténose infranchissable). Enfin, le lavement en double contraste est de technique difficile chez les patients âgés ou qui ne peuvent se mobiliser.

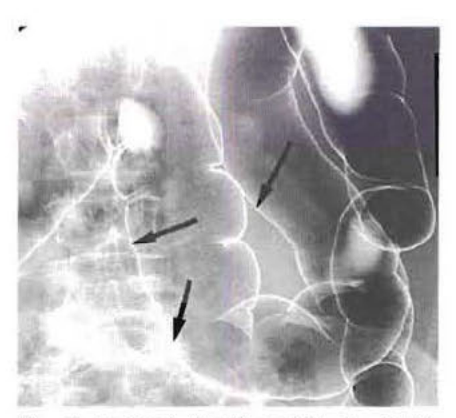


Fig. 1. Lavement baryté normal en double contraste. Le côlon a été distendu avec de l'air, et la baryte forme une fine ligne hyperdense (flèches) adhérant à la muqueuse. Cet examen est beaucoup plus sensible que le lavement en simple contraste.

Opacifications par un produit de contraste hydrosoluble

La baryte est toxique pour la cavité péritonéale ou pour le médiastin, entraînant une réaction fibreuse intense qui peut être fatale. Au moindre doute de perforation digestive ou dans le contrôle postopératoire immédiat d'une anastomose digestive, on utilisera un produit de contraste hydrosoluble (ionique ou non ionique). Ce produit de contraste peut être utilisé par voie orale ou rectale ; la qualité des images obtenues est très inférieure à celle des lavements barytés. On l'utilise essentiellement pour le contrôle postopératoire des anastomoses digestives ; il est de moins en moins utilisé dans les urgences chirurgicales, au profit de la TDM en urgence.

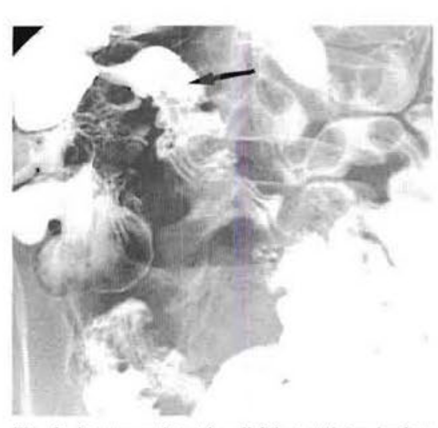


Fig. 2. Lavement baryté : cliché centré sur la dernière anse iléale normale (flèche).

Imagerie en coupes

Échographie

Cette technique utilise une sonde échographique qui émet des impulsions ultrasonores qui sont transmises aux tissus et qui se propagent de proche en proche ; des échos sont engendrés par réflexion ou diffusion et se propagent vers l'arrière, en direction de la sonde qui agit comme récepteur ; une image, différente selon les tissus traversés, se forme sur un écran cathodique. Les avantages majeurs de l'échographie sont la rapidité, le coût faible et l'inocuité totale ; sa fiabilité est cependant variable d'un patient à l'autre. Les gaz et les corticales osseuses arrêtent les ultrasons, empêchant la visualisation des organes situés en arrière. Cette technique est fiable pour les viscères pleins, en particulier le foie (Fig. 3) et la rate ; elle est très fiable pour les structures contenant du liquide, comme la vésicule et les voies biliaires. Elle représente souvent l'exploration de première intention en pathologie abdominale.

Tomodensitométrie (TDM)

Les scanners émettent un faisceau de rayons X très fin, à partir d'un tube à rayons X, qui tourne autour du patient et réalise de multiples coupes axiales (Fig. 4). La plupart des TDM sont pratiquées avec injection de produit de contraste intraveineux, qui augmente la sensibilité de détection des lésions ; ce produit de contraste iodé peut être iatrogène (réactions allergiques qui peuvent être exceptionnellement mortelles, néphrotoxicité). L'examen TDM est trois fois plus cher que l'échographie (150 €) ; étant irradiant, il doit être évité dans la mesure du possible chez les jeunes

Fig. 3. Échographie normale du foie. Noter la veine porte (flèche).

Fig. 4. TDM abdominale avec injection de produit de contraste, montrant un foie normal (flèche) et une rate également normale (têtes de flèches).

patients. En revanche, il est plus sensible et plus spécifique que l'échographie et analyse la totalité de la cavité abdominale. Il est utilisé dans les traumatismes abdominaux, l'exploration d'une douleur abdominale, la détection et le bilan d'extension des cancers abdominaux, la recherche d'abcès et la caractérisation de lésions détectées en échographie. L'extension extramurale des pathologies du tube digestif constitue également une bonne indication de la TDM.

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM possède beaucoup des avantages de la TDM, mais surtout elle n'est pas une technique irradiante, car elle utilise les différences de propriétés magnétiques des tissus, qui sont utilisées pour construire une image.

L'IRM est très fiable pour détecter les liquides, qui apparaissent en hypersignal (« blancs ») en séquence pondérée T2. Cette propriété est utilisée pour explorer les voies biliaire et pancréatique (cholangiopancréatoRM) et pour détecter des fistules digestives. Compte tenu de sa faible disponibilité, l'IRM est essentiellement utilisée pour la caractérisation des nodules du foie, le bilan d'extension préopératoire de tumeurs malignes du foie et du pancréas, la pathologie biliaire, l'exploration des fistules péri-anales ; dans l'avenir, ces indications seront plus étendues en pathologie digestive.

Imagerie interventionnelle

Certaines techniques interventionnelles peuvent être guidées soit par la TDM soit par l'échographie, comme les biopsies ou les drainages d'abcès. L'artériographie digestive est le plus souvent utilisée pour localiser une hémorragie digestive et la traiter en urgence.

Cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique et cholangiographie percutanée

La cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique (CPRE) opacifie les voies biliaires et/ou le canal de Wirsung par voie rétrograde. Un endoscope est poussé jusqu'en face de l'ampoule de Vater dans le duodénum, afin de cathétériser le cholédoque ou le canal de Wirsung et l'opacifier.

La cholangiographie percutanée est réservée aux patients pour lesquels la CPRE est impossible (exemple : tumeurs obstructives empêchant le cathétérisme de l'ampoule de Vater). Le foie est ponctionné à travers la peau. l'aiguille est ensuite dirigée dans les voies biliaires, souvent sous contrôle échographique. Un produit de contraste est alors injecté pour opacifier les voies biliaires. Ces deux techniques permettent la mise en place de prothèses biliaires afin de lever un obstacle biliaire.

Scintigraphie

Des techniques variées de médecine nucléaire sont utilisées en pathologie digestive ; les plus courantes sont la scintigraphie aux leucocytes marqués pour la détection d'infections occultes, la scintigraphie aux globules rouges marqués pour le diagnostic d'hémorragie intestinale et la tomographie par émission de positrons (TEP) pour la détection et le bilan préthérapeutique des cancers abdominaux.

Exploration radiologique de l'appareil digestif

- Toutes les techniques d'imagerie ont leur intérêt en pathologie digestive. La technique d'imagerie est choisie en fonction du problème clinique
- Les opacifications barytées sont toujours utilisées dans l'exploration du grêle. Elles sont de moins en moins utilisées pour l'estomac et le côlon en France, en dehors des contextes chirurgicaux
- L'échographie est une technique rapide et sans danger ; elle est fiable pour les viscères pleins
- La TDM et l'IRM sont généralement plus sensibles que l'échographie et sont beaucoup plus spécifiques que celle-ci ; elles analysent la totalité de la cavité abdominale
- Les techniques interventionnelles comme la cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique et la cholangiographie percutanée sont utilisées pour le diagnostic et le traitement de pathologies biliaires

Dysphagie

La dysphagie est définie par une difficulté à avaler les solides et/ou les liquides. Ce symptôme nécessite une exploration. Il existe de nombreuses causes de dysphagie (Tableau 1).

Tableau 1. **Causes de dysphagie**

Cancers	Pathologies bénignes	Troubles de la motricité
Cancer pharyngé	Sténose peptique	Achalasie
Cancer œsophagien	Diaphragmes œsophagiens	Paralysie bulbaire
Cancer gastrique	Sténose caustique/radique	Myasthénie
Compression extrinsèque, par exemple par un cancer pulmonaire	Diverticule de Zenker Sclérodermie Corps étranger	Presbyœsophage Spasme œsophagien diffus

Exploration d'une dysphagie

Les caractéristiques d'une dysphagie peuvent donner une idée de son étiologie. Par exemple, une dysphagie portant plus sur les liquides que sur les solides suggère une anomalie de la motricité, tandis que un bombement du cou avec un gargouillement suggère un diverticule de Zenker (hernie de la muqueuse à travers une faiblesse des muscles pharyngés) (Fig. 1). Un amaigrissement, une dysphagie rapidement progressive, évoquent un cancer et nécessitent une exploration rapide.

Une dysphagie est généralement explorée par une fibroscopie œso-gastro-duodénale et non par une opacification barytée. L'endoscopie a l'avantage d'analyser la muqueuse œsophagienne et permet une biopsie, de même que des gestes interventionnels comme la dilatation des sténoses et la mise en place de prothèses au niveau de tumeurs inopérables. Cependant, elle requiert le plus souvent une anesthésie, qui peut comporter quelques risques chez les gens âgés ou chez les patients ayant des problèmes cardiorespiratoires.

Le transit œso-gastro-duodénal (TOGD) est sans danger, il est bien toléré, mais analyse moins bien la muqueuse et ne peut évidemment biopsier les tumeurs. Il peut être indiqué dans les troubles de la motricité ou chez les patients qui ne peuvent supporter la fibroscopie. Un enregistrement vidéo peut être réalisé chez les patients présentant des troubles neurologiques, par exemple après un accident vasculaire cérébral.

Cancer de l'œsophage

Il est suspecté devant toute dysphagie progressive. Environ 60 % des tumeurs sont des carcinomes épidermoïdes et sont associées à une intoxication alcoolo-tabagique. L'incidence est particulièrement élevée en Chine, en Afrique du Sud, probablement en raison de facteurs nutritionnels. Les autres cancers de l'œsophage sont des adénocarcinomes et sont généralement causés par des transformations dysplasiques de l'épithélium du bas œsophage secondaires à une œsophagite chronique par reflux (œsophage de Barret ou endobrachyœsophage).

Le cancer de l'œsophage se manifeste par une sténose irrégulière, se raccordant de façon abrupte avec la paroi sur le transit œsophagien (Fig. 2) : cette exploration est exceptionnellement faite, car une dysphagie évocatrice de cancer fait réaliser une fibroscopie d'emblée. Le bilan d'extension préthérapeutique fait appel à l'échoendoscopie qui montre l'extension du cancer aux différentes couches de la paroi œsophagienne et les adénomégalies adjacentes. En préopératoire, la TDM montre les adénomégalies locorégionales et l'envahissement éventuel des organes de voisinage, comme l'aorte.

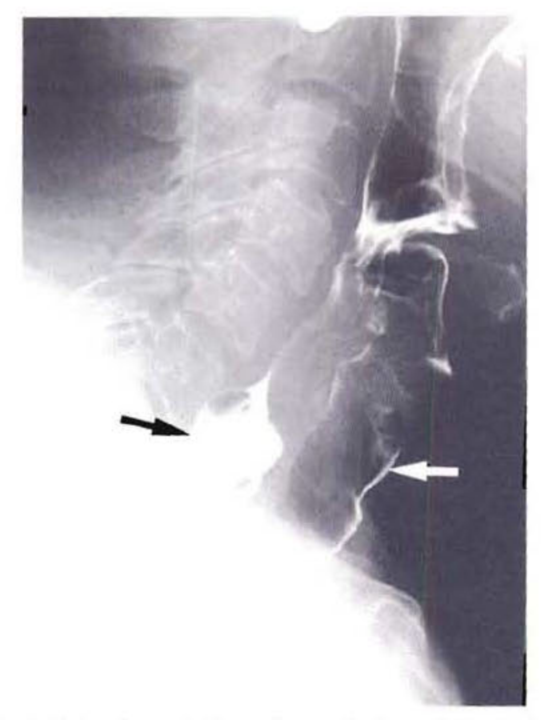


Fig. 1. Ce transit œsophagien montre un volumineux diverticule pharyngé de Zenker (flèche noire) ; noter la fausse route trachéale (flèche blanche).

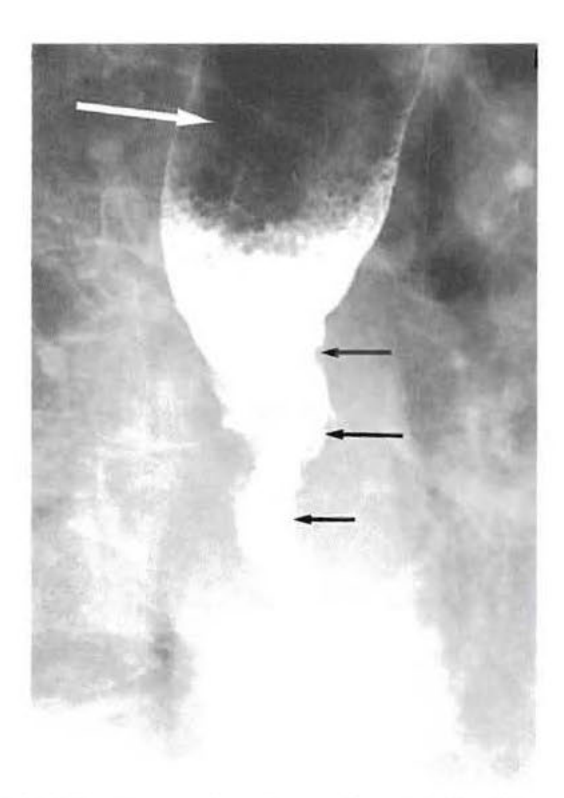


Fig. 2. Ce transit œsophagien montre une sténose irrégulière de l'œsophage thoracique moyen (flèches noires) secondaire à un cancer. Noter la dilatation de l'œsophage (flèche blanche) au-dessus de la sténose.

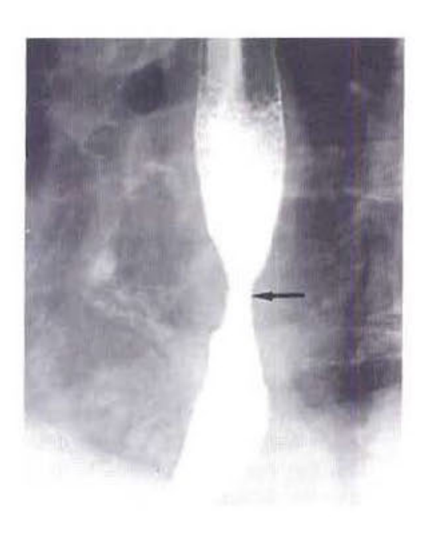


Fig. 3. Ce transit œsophagien montre une sténose peptique (flèche) se raccordant en pente douce avec la paroi et située juste au dessus du cardia.

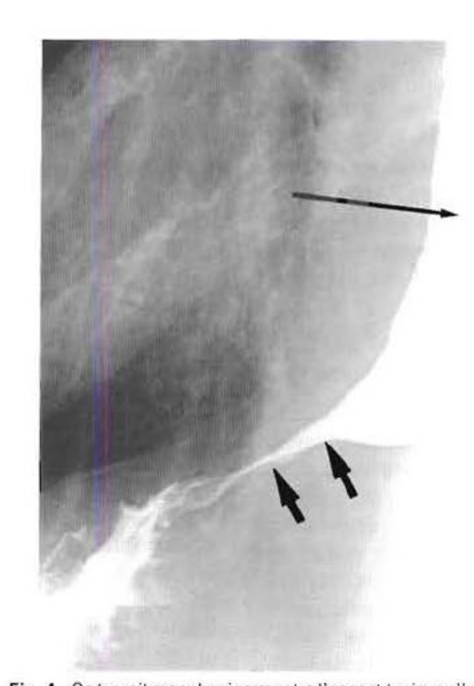


Fig. 4. Ce transit œsophagien montre l'aspect typique d'une achalasie avec un œsophage dilaté (flèche longue) au-dessus d'une jonction gastro-œsophagienne effilée (flèches courtes), s'ouvrant par intermittence.

Sténose peptique

Les sténoses bénignes de l'œsophage sont généralement le résultat d'une œsophagite par reflux gastro-œsophagien chronique (sténose peptique). Bien que le reflux gastro-œsophagien puisse parfois être normal, l'exposition prolongée de la muqueuse œsophagienne à l'acide et à la pepsine gastriques peut entraîner une inflammation. Les patients qui présentent des troubles de la motricité, comme les gens âgés ou ceux qui ont une sclérodermie, sont des sujets particulièrement à risque, car l'œsophage ne parvient à laver ce reflux acide d'origine gastrique.

Il existe une association entre la hernie hiatale de l'estomac et le reflux, bien que l'un puisse survenir sans l'autre. La hernie hiatale est facile à détecter lors d'un TOGD, bien que le reflux soit souvent intermittent et que la normalité de cet examen ne puisse exclure le reflux. L'œsophagite, conséquence du reflux, doit être explorée par la fibroscopie qui permet d'en faire le diagnostic précoce. En l'absence de traitement, un phénomène de cicatrisation conduit à la formation d'une sténose, qui est généralement courte, et se raccorde en pente douce sur le transit œsophagien (Fig. 3). Une sténose peptique peut conduire à des ulcérations et à de l'œdème de la muqueuse qui peut simuler un cancer sur le transit œsophagien, et même sur la fibroscopie : la biopsie permet de les distinguer.

Troubles moteurs

L'anomalie de la motricité œsophagienne est fréquente chez les gens âgés et entraîne rarement des symptômes. Le transit œsophagien peut montrer des contractions œsophagiennes anormales, souvent associées à un défaut d'ouverture du sphincter œsophagien inférieur.

L'achalasie (ou cardiospasme) est un trouble de la motricité caractérisé par l'impossibilité d'ouverture du sphincter œsophagien inférieur et survient généralement chez les patients âgés de 35 à 50 ans. Il est causé par la dégénérescence des neurones du plexus d'Auerbach et conduit à des contractions œsophagiennes désordonnées, entraînant parfois une dilatation de l'œsophage rempli de débris alimentaires.

Le transit œsophagien baryté montre un œsophage dilaté avec une ouverture intermittente de la jonction gastro-œsophagienne qui est effilée (Fig. 4). Le traitement consiste en la dilatation, à l'aide d'un ballon, du sphincter inférieur de l'œsophage, réalisée lors d'une endoscopie.

Dysphagie

- Il s'agit d'un symptôme sérieux qui doit faire l'objet d'exploration
- L'endoscopie analyse le mieux la muqueuse et permet une biopsie, mais elle est un peu invasive
- L'opacification barytée est sans danger et utile pour le diagnostic des troubles de la motricité
- Le cancer de l'œsophage a un mauvais pronostic, son bilan d'extension préthérapeutique fait appel à l'écho-endoscopie et à la TDM
- L'achalasie se manifeste par un œsophage dilaté en amont d'une jonction gastro-œsophagienne effilée

Pathologie hépatique

Les patients présentant une pathologie hépatique peuvent avoir des symptômes et des anomalies cliniques variés. Ils peuvent présenter une hépatomégalie ou une masse hépatique, ou bien les stigmates d'une hépatopathie chronique comme un ictère, des angiomes stellaires, une gynécomastie.

Parfois il s'agit d'anomalies du bilan hépatique ou d'un bilan préthérapeutique de cancer.

Quelle que soit la présentation clinique, l'imagerie a un rôle très important dans l'exploration des pathologies hépatiques. Ces différentes explorations disponibles sont complémentaires, chacune ayant des avantages et des inconvénients spécifiques ; elles apportent une information morphologique, et peuvent également guider une biopsie ou un traitement (radiologie interventionnelle).

L'échographie est souvent réalisée en première intention, car c'est un examen disponible, peu onéreux et sans danger. Elle donne des informations sur la taille et l'échogénicité du foie, détecte des lésions focales ; elle est particulièrement fiable pour l'analyse de la vésicule et des voies biliaires. Elle est utilisée pour guider les biopsies de tumeurs hépatiques. La sensibilité de l'échographie est cependant inférieure à celle des autres techniques d'imagerie ; elle est également moins contributive chez certains patients obèses, chez ceux dont le foie est haut situé derrière le gril costal ou qui ne peuvent réaliser d'inspiration profonde (personnes âgées ou en réanimation) : l'exploration intercostale du foie est en effet partielle. Enfin, l'échographie nécessite la mobilisation des patients : elle est donc moins fiable chez les malades alités.

La tomodensitométrie (TDM) du foie, réalisée sans et avec injection de produit de contraste iodé intraveineux, est excellente pour la détection et la caractérisation des nodules du foie ; elle est souvent utilisée pour juger de l'efficacité de la chimiothérapie chez des patients ayant des métastases du foie. Elle permet d'analyser l'artère hépatique, la veine porte et leurs branches, et se substitue de plus en plus à l'artériographie diagnostique.

La TDM est cependant trois fois plus onéreuse que l'échographie et expose le patient à une irradiation (il faut donc l'éviter chez les sujets jeunes chez qui l'on soupçonne des pathologies bénignes).

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) du foie est l'exploration la plus fiable pour caractériser les nodules du foie. Cette technique non irradiante est d'interprétation complexe ; elle est presque trois fois plus onéreuse que la TDM.

Hépatopathie diffuse et cirrhose

Le rôle majeur de l'imagerie chez les patients ayant un bilan hépatique anormal est d'exclure des lésions focales du foie ou une dilatation des voies biliaires.

Il existe de nombreuses causes d'hépatite, qui ne seront pas distinguées les unes des autres par l'imagerie. Toutes peuvent modifier l'échogénicité du foie, mais leur diagnostic repose sur l'histoire clinique, la sérologie et la biopsie hépatique.

Les causes habituelles de cirrhose du foie incluent l'éthylisme et les hépatites virales, avec des causes plus rares comme la maladie de Wilson et l'hémochromatose. La cirrhose se manifeste par un foie aux contours bosselés, présentant une dystrophie (hypertrophie du lobe gauche et du segment I, avec un parenchyme hétérogène) (Fig. 1).

L'hypertension portale est une complication fréquente de la cirrhose, avec une dilatation de la veine porte dont le tracé Doppler est anormal, des anastomoses porto-caves, une splénomégalie et de l'ascite.

La deuxième complication morphologique de la cirrhose est le développement d'un carcinome hépato-cellulaire, parfois responsable d'une élévation de l'alpha-fœtoprotéine. L'échogénicité grossière du foie rend difficile la détection de cette tumeur lorsqu'elle est de petite taille ; quand la suspicion clinique est élevée, il faut demander une TDM ou une IRM qui sont beaucoup plus sensibles.

Lésions focales

Il existe beaucoup d'étiologies de nodules du foie (Tableau 1).

L'échographie est l'examen de première intention lorsque l'on soupçonne une lésion focale du foie, comme des métastases. Cet examen détectera la majorité des nodules du foie, mais il peut méconnaître les nodules de petite taille, soit parce qu'ils sont iso-échogènes au foie normal, soit parce que le patient est difficile à examiner en échographie.

La lésion focale hépatique la plus fréquente est le kyste biliaire qui peut être affirmé par l'échographie, sans l'aide d'aucun autre examen d'imagerie (Fig. 2) : lésion arrondie anéchogène, à bords nets, sans paroi visible, avec renforcement postérieur.

Les angiomes, également bénins, sont extrêmement hyperéchogènes et bien limités en échographie : en l'absence de contexte clinique inquiétant, un simple contrôle échographique est suffisant. Si le nodule apparaît atypique, ou le contexte clinique préoccupant (comme un contexte de cancer primitif), il faut alors réaliser une IRM, sinon un scanner. L'échographie n'est pas spécifique pour les autres nodules, en dehors d'un contexte clinique évocateur ou de signes échographiques asso-

Fig.1. Échographie hépatique montrant un contour irrégulier du foie (flèches), qui est entouré d'ascite, chez un patient cirrhotique.

Fig. 2. Échographie du foie montrant une lésion anéchogène bien limitée (croix), avec renforcement postérieur, caractéristique d'un kyste biliaire simple. Un deuxième kyste, de même aspect (flèches), lui est adjacent.

Tableau 1. **Causes des lésions focales du foie**

Malignes	Bénignes	Infectieuses
Carcinome hépato-cellulaire	Kyste biliaire simple	Abcès à pyogène
Métastases	Angiome	Abcès amibien
Lymphome, leucémie	Hyperplasie nodulaire focale	Kyste hydatique
Tumeurs biliaires	Adénome	Tuberculose

ciés. Par exemple, un patient suivi pour un cancer colorectal, et chez qui apparaissent de multiples nodules du foie, présente très probablement des métastases ; celles-ci ont des aspects divers, mais un halo hypoéchogène périlésionnel est assez évocateur.

Une masse hypo-échogène avec renforcement postérieur, chez un patient présentant une fièvre, une douleur à l'ébranlement du foie et une hyperleucocytose, est très évocatrice d'un abcès.

La TDM est plus sensible et plus spécifique que l'échographie : les angiomes ont un aspect typique avec prise de contraste périphérique en mottes hyperdenses au temps artériel, et remplissage centripète en quelques minutes (Fig. 3) ; les métastases sont volontiers multiples, elles sont le plus souvent hypovascularisées ou ne présentent qu'un fin liseré périphérique hypervasculaire, sans remplissage de la lésion sur les temps tardifs (Fig. 4). Cette sémiologie typique permet d'éviter une biopsie hépatique dans de nombreux cas. Enfin, le scanner est indiqué pour suivre les patients présentant des métastases traitées par chimiothérapie, en raison de la grande sensibilité et de la grande reproductibilité de cet examen.

L'IRM est supérieure à la TDM pour caractériser les lésions du foie, en particulier pour différencier les lésions bénignes des lésions malignes ; elle est très fiable pour le diagnostic d'angiome ou d'hyperplasie nodulaire focale (tumeur bénigne). Elle est indiquée dans le bilan préopératoire des tumeurs malignes du foie, en raison de sa grande sensibilité.

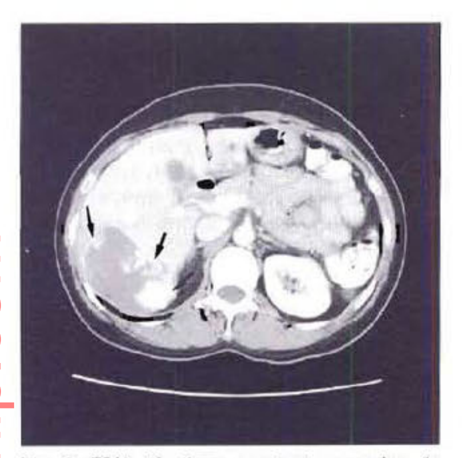


Fig. 3. TDM hépatique montrant une prise de contraste en mottes (flèches), à la périphérie d'une lésion hypodense, typique d'un angiome hépatique.

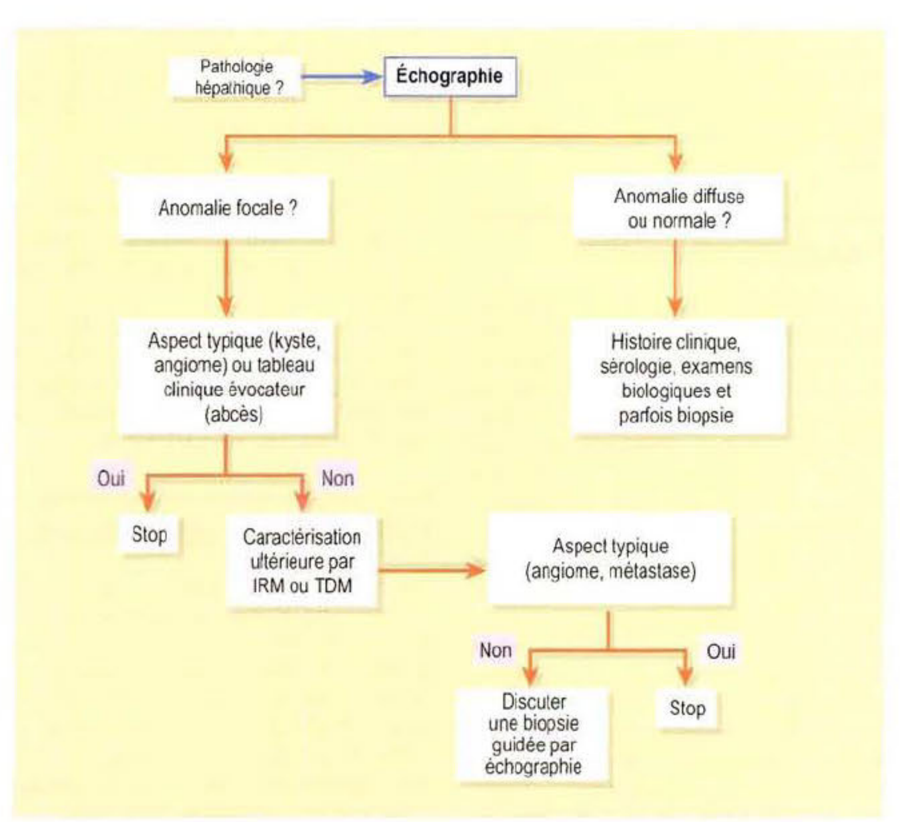


Fig. 5. Indication des examens d'imagerie dans l'exploration des pathologies hépatiques.

Fig. 4. TDM hépatique montrant de multiples lésions hypodenses (flèches) correspondant à des métastases.

Imagerie hépatique

- L'échographie est l'examen de première intention quand on suspecte une pathologie hépatique
- La cirrhose du foie se manifeste par un foie dystrophique à contours bosselés, avec splénomégalie, ascite et anastomoses porto-caves
- La TDM et l'IRM sont plus sensibles que l'échographie dans la détection du carcinome hépato-cellulaire chez les patients atteints de cirrhose
- Associée au contexte clinique, l'échographie est parfois suffisante à la prise en charge d'un patient présentant un nodule du foie
- La TDM et l'IRM sont plus sensibles que l'échographie (détection précoce de petites lésions)
- L'IRM est l'examen le plus fiable pour la caractérisation d'un nodule (diagnostic de nature)

Pathologie de la vésicule et des voies biliaires

Anatomie biliaire

La bile se draine à partir des hépatocytes dans un réseau de canaux biliaires fins qui cheminent avec les branches portales et les branches de l'artère hépatique dans le foie. Les canaux interlobulaires se réunissent pour former les canaux biliaires intra-hépatiques, qui s'unissent eux-mêmes pour former le canal hépatique droit et gauche. Ces deux canaux fusionnent dans le hile du foie pour former le canal hépatique, situé dans le bord libre du petit omentum. Il est rejoint par le canal cystique provenant de la vésicule et devient alors le cholédoque qui se jette dans le bord interne du deuxième duodénum, au niveau de l'ampoule de Vater.

Pathologie vésiculaire

La pathologie vésiculaire la plus fréquente chez l'adulte est constituée par les calculs. Ils surviennent chez 10 % des adultes de plus de 50 ans dans les pays développés (ce chiffre est beaucoup moins important dans les pays en voie de développement). Les facteurs de risque des calculs sont : le sexe féminin, l'obésité, les pathologies hémolytiques et les pathologies de l'iléon terminal (où les sels biliaires sont normalement réabsorbés).

Quatre-vingt pour cent des calculs vésiculaires sont asymptomatiques. Les autres se manifestent par une colique hépatique. L'impaction d'un calcul dans le col vésiculaire ou dans le canal cystique peut entraîner une inflammation de la vésicule et une cholécystite aiguë, qui peut devenir chronique après plusieurs épisodes de cholécystite aiguë non traitée. Quand les calculs sont bloqués dans la voie biliaire principale, ils peuvent entraîner un ictère obstructif (voir p. 60) ou une pancréatite aiguë (voir p. 62).

Le cancer vésiculaire est relativement rare et survient généralement en présence de calculs. Cette tumeur se développant à bas bruit, son diagnostic est souvent fait tardivement, à un stade avancé.

Imagerie de la vésicule

L'échographie est l'imagerie de choix lorsque l'on soupçonne une pathologie vésiculaire. Les patients doivent être examinés à jeun afin que leur vésicule soit bien distendue. Une vésicule normale est anéchogène en raison de son contenu liquide. Les calculs sont des structures hyperéchogènes, avec un cône d'ombre postérieur, lié à l'absence de transmission des ultrasons par les calculs (Fig. 1) ; ces calculs sont déclives et mobiles.

La cholécystite aiguë réalise une vésicule distendue, à paroi épaisse et contenant le

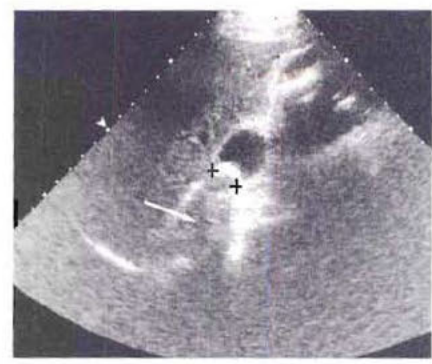


Fig. 1. Cette échographie montre un aspect typique de calcul vésiculaire (croix). La face antérieure du calcul est hyperéchogène, avec un cône d'ombre postérieur (flèche) lié à la non transmission des ultrasons à travers le calcul.

plus souvent des calculs en échographie ; elle est douloureuse au passage de la sonde et peut être entourée d'une petite collection liquide.

Dans la cholécystite chronique, la vésicule a une paroi épaisse, mais elle est contractée sur les calculs. L'échographie a une fiabilité telle qu'elle a supplanté les opacifications biliaires par voie orale.

Pathologie des voies biliaires

Les pathologies congénitales des voies biliaires sont rares et se manifestent pendant les premières semaines de vie. Une dilatation kystique de la voie biliaire principale (kyste du cholédoque) peut cependant se révéler plus tardivement, devant un ictère et une douleur abdominale et doit être suspectée chez tous les jeunes patients présentant des symptômes biliaires.

Chez l'adulte, la pathologie la plus fréquente des voies biliaires est l'impaction de calculs dans les voies biliaires.

Cependant les sténoses biliaires, bénignes ou malignes, ne sont pas rares (Tableau 1).

La cholangite sclérosante primitive (Fig. 2) est caractérisée par un processus inflammatoire affectant les voies biliaires intra- et extra-hépatiques. Elle s'accompagne de symptômes d'obstruction biliaire, à

Fig. 2. Cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique (CPRE) : aspect irrégulier de la voie biliaire principale (flèches) et des voies biliaires intra-hépatiques (têtes de flèches) évocateur d'une cholangite sclérosante.

tout âge, et est associée à des pathologies intestinales inflammatoires (particulièrement la rectocolite hémorragique) et à des désordres auto-immuns. Ces patients ont un risque élevé de développer un cholangiocarcinome (tumeur maligne des voies biliaires).

Imagerie des voies biliaires

L'échographie est très sensible pour détecter la dilatation des voies biliaires (voir p. 60) et identifie parfois la nature de l'obstacle, comme une masse de la tête du pancréas ou une adénomégalie dans le pédicule. Elle est peu sensible dans la détection des calculs des voies biliaires car elle est gênée par les gaz situés dans le duodénum adjacent. Elle est également peu fiable pour détecter une pathologie biliaire intrinsèque comme une sténose.

L'opacification biliaire a pendant longtemps été l'investigation de choix pour montrer les sténoses biliaires. Deux techniques sont disponibles : la cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique (CPRE) et la cholangiographie percutanée. Ces deux techniques nécessitent le cathétérisme de l'arbre biliaire, suivi

Tableau 1. **Causes des sténoses biliaires**

Bénignes	Malignes
Post-opératoire (après cholécystectomie ou transplantation hépatique)	Cholangiocarcinome
Traumatique	Ampullome et cancer de la tête du pancréas
Cholangite sclérosante primitive	Envahissement local par un cancer de voisinage
Cholangite du sida	
Pancréatite chronique	
Infections parasitaires	

Fig. 3. Coupe frontale d'une cholangiopancréatographie par IRM (CPRM) : visibilité d'un calcul (petite flèche) à la partie basse de la voie biliaire principale qui est en hypersignal sur cette séquence (flèche longue).

de l'injection de produit de contraste sous contrôle scopique. Dans la CPRE, l'arbre biliaire est opacifié par cathétérisation de l'ampoule de Vater par voie endoscopique. La cholangiographie percutanée consiste en la ponction percutanée des voies biliaires intra-hépatiques sous contrôle scopique et/ou échographique.

Récemment, une méthode non invasive d'imagerie des voies biliaires par IRM a fait preuve de son efficacité : il s'agit de la cholangiopancréatographie par IRM (CPRM). Une séquence particulière fait apparaître le liquide contenu dans les voies biliaires et dans le canal pancréatique de Wirsung en hypersignal très net. Cette technique est sans danger (en dehors des contre-indications de l'IRM) : elle peut mettre en évidence des calculs (Fig. 3) et des sténoses avec une fiabilité proche de la CPRE, et a l'avantage de faire le bilan d'extension des sténoses de nature maligne. La comparaison entre l'aspect de la CPRE, de la CPRM et de la cholangiographie percutanée est montrée dans le tableau 2. Le rôle de ces techniques dans la détection et le traitement des obstacles biliaires est développé p. 60-61.

Tableau 2. **Comparaison entre la CPRE, la CPRM et la cholangiographie percutanée**

Caractéristiques	CPRE	Cholangiographie percutanée	CPRM
Invasive	++	+	−
Permet une biopsie	++	±	−
Complications (pancréatite, hémorragie)	++	+	−
Permet un traitement, comme la mise en place d'une prothèse	++	++	−
Visualise le canal pancréatique	++	−	+

Pathologie de la vésicule et des voies biliaires

- La pathologie vésiculaire la plus fréquente est la lithiase, bien qu'elle soit le plus souvent asymptomatique
- L'échographie est l'imagerie de première intention dans la pathologie de la vésicule et des voies biliaires
- La cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique (CPRE) ou la cholangiographie percutanée détectent les sténoses biliaires ; ces techniques sont invasives, non dénuées de complications, mais permettent un traitement (prothèse)
- La cholangiopancréatographie par IRM (CPRM) est une technique non invasive d'imagerie des voies biliaires, dont la fiabilité est similaire à celle de la CPRE et de la cholangiographie percutanée ; il s'agit d'une exploration purement diagnostique

Ictère obstructif

L'ictère est défini par la couleur jaune de la peau et des muqueuses, liée à une élévation de la bilirubine plasmatique (généralement supérieure à 35 µmol/l). La bilirubine est formée par la dégradation de l'hémoglobine et elle est conjuguée dans le foie avant d'être excrétée par la bile.

Les causes d'ictère sont de trois types : pré-hépatique (hémolyse), hépatocellulaire (hépatite ou médicaments), et obstacle à l'excrétion de la bile. L'interrogatoire, l'examen clinique et les examens biologiques appropriés sont essentiels dans l'exploration d'un patient ictérique.

La bilirubine est convertie par les bactéries intestinales en stercobilinogène, qui donne aux matières fécales leur couleur brune. La bilirubine non conjuguée est insoluble, alors que la bilirubine conjuguée est hydrosoluble et apparaît dans les urines quand son taux plasmatique augmente. Ainsi, la présence d'urines foncées et de matières fécales décolorées chez un patient ictérique suggère un obstacle à l'excrétion de la bile entre le foie et le tube digestif. Les causes les plus fréquentes sont énumérées dans l'encadré 1.

Encadré 1. **Causes d'ictère obstructif extra-hépatique**

- Calculs
- Sténose biliaire : bénigne ou maligne
- Pancréatite chronique
- Cancer du pancréas
- Compression extrinsèque de la voie biliaire (adénopathies)

Exploration radiologique d'un patient ictérique

Le rôle initial de l'imagerie chez un patient ictérique est d'établir s'il existe une dilatation des voies biliaires, ce qui suggère une obstruction causale.

L'échographie est l'examen de première intention pour évaluer l'arbre biliaire. La voie biliaire principale est bien vue en avant de la veine porte dans le pédicule hépatique et son diamètre peut être mesuré ; elle est dilatée lorsqu'elle mesure plus de 7 mm (moins chez les patients jeunes) (Fig. 1).

L'échographie doit également rechercher une dilatation des voies biliaires intra-hépatiques. En principe, l'absence de dilatation des voies biliaires intra-hépatiques exclut le diagnostic d'obstacle biliaire (sauf si celui-ci est extrêmement récent).

L'échographie peut ne pas montrer la cause de l'obstacle, car la voie biliaire principale et le pancréas peuvent être inanalysables en raison des gaz digestifs. L'échographie est particulièrement peu fiable dans le diagnostic de calculs situés dans la voie biliaire principale.

Diagnostic étiologique de l'ictère obstructif

Une fois l'échographie réalisée, le choix de la deuxième méthode d'imagerie dépend à la fois de la clinique et des résultats échographiques. Si l'ictère apparaît selon un mode aigu et s'associe à une douleur brutale chez un patient qui allait bien jusque-là, le diagnostic de calcul impacté dans la voie biliaire principale est probable ; en revanche, un ictère progressif, sans douleur chez un patient présentant une altération de l'état général fait soupçonner une pathologie cancéreuse. Des symptômes généraux suggèrent le diagnostic d'hépatite.

Si la clinique et l'échographie suggèrent le diagnostic de calculs, une écho-endoscopie sera suivie d'une cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique (CPRE) ; la première permet de confirmer le diagnostic et la seconde permet l'exérèse des calculs ou la sphinctérotomie (incision du sphincter d'Oddi qui permet d'élargir le bas cholédoque et de laisser passage aux calculs) (Fig. 2).

La cholangiopancréatographie par IRM (CPRM) se substitue de plus en plus à l'échoendoscopie car elle permet de faire le diagnostic de calculs en étant moins invasive. La CPRE et la CPRM sont décrites p. 58-59.

En revanche, si la clinique et l'échographie suggèrent plutôt un processus néoplasique, alors une tomodensitométrie (TDM) ou une imagerie par résonance magnétique (IRM) est indiquée pour montrer une masse pancréatique, ou un aspect de pancréatite chronique, ou des adénopathies compressives. L'une ou l'autre de ces imageries permet le bilan d'extension préopératoire des tumeurs et permet de planifier le traitement.

Fig. 1. Échographie du foie montrant une dilatation de la voie biliaire principale (croix).

Traitement de l'ictère

Le traitement des patients présentant un ictère obstructif et qui ne peuvent être opérés, a été révolutionné par l'apparition des prothèses biliaires. Ces prothèses sont placées dans la voie biliaire principale, en traversant l'obstacle, afin que la bile puisse traverser cet obstacle (Fig. 3). À la fois la CPRE et la cholangiographie transhépatique peuvent être utilisées pour mettre en place ces prothèses biliaires. La cholangiographie transhépatique est indiquée dans les obstacles haut situés (dans le hile du foie) ou chez les patients chez qui la CPRE est difficile ou impossible à réaliser (tumeurs trop volumineuses, chirurgie gastrique préalable).

Les prothèses biliaires représentent un traitement palliatif chez les patients présentant un cancer inopérable ; les autres indications de prothèse biliaire doivent être discutées avec le chirurgien digestif, afin que la prothèse ne gêne un geste chirurgical éventuel sur les voies biliaires. La stratégie d'exploration du patient ictérique est présentée dans la figure 4.

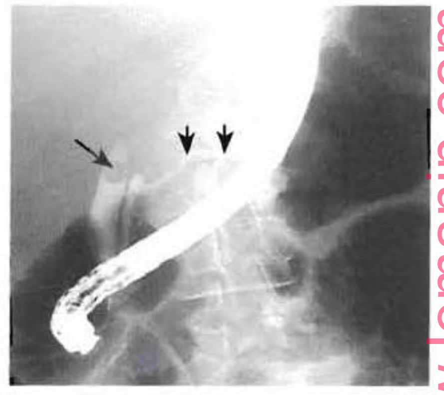


Fig. 2. Cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique montrant un calcul (flèche longue) situé dans la voie biliaire principale. Noter l'opacification du canal pancréatique de Wirsung (flèches courtes).

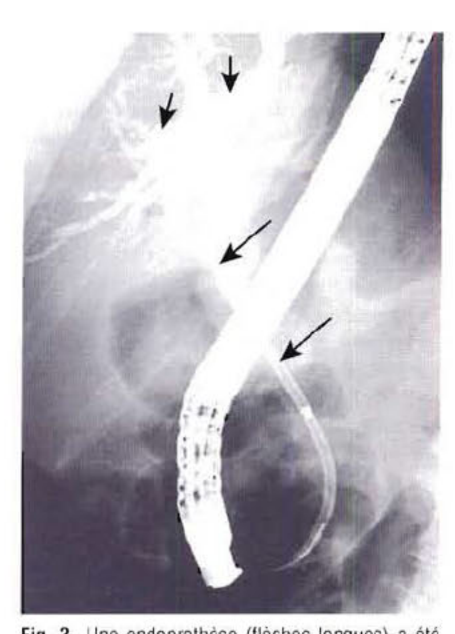


Fig. 3. Une endoprothèse (flèches longues) a été mise en place à travers une sténose biliaire maligne lors d'une cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique. Noter les voies biliaires intra-hépatiques opacifiées qui sont dilatées (flèches courtes).

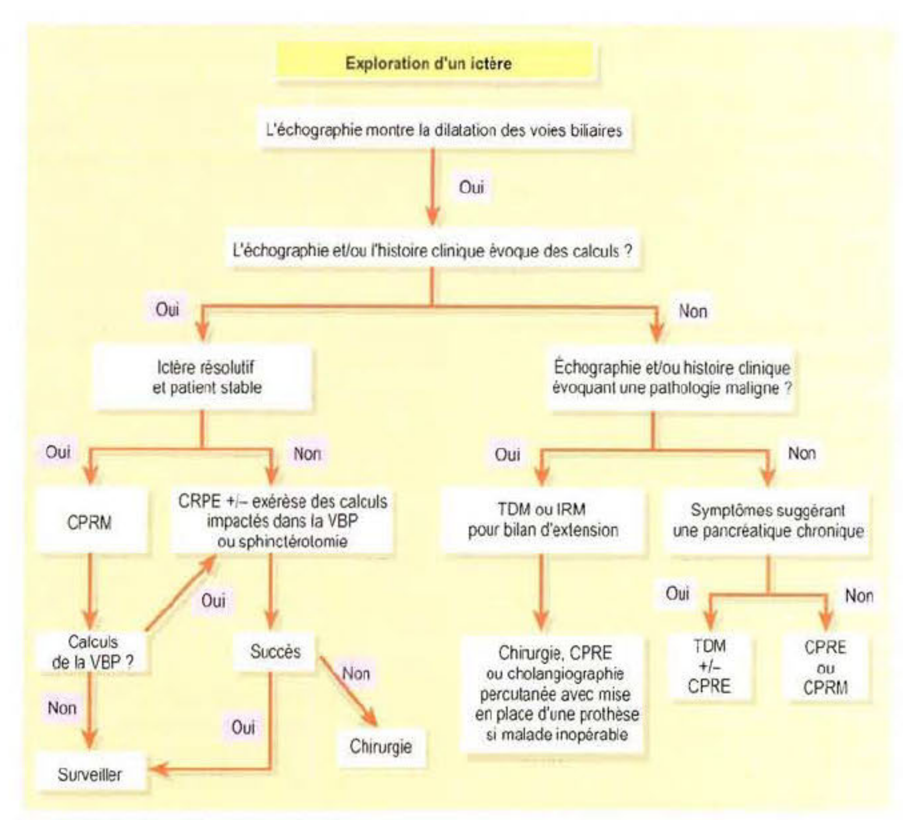


Fig. 4. Exploration d'un ictère obstructif.

Ictère obstructif

- L'échographie est l'imagerie de première intention chez un patient ictérique : elle confirme l'obstacle biliaire
- La cholangiopancréatographie par IRM (CPRM) remplace de plus en plus l'écho-endoscopie pour faire le diagnostic de calculs biliaires
- La cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique (CPRE) permet de traiter l'obstacle biliaire s'il est de nature lithiasique
- La TDM ou l'IRM doit être pratiquée lorsque l'on soupçonne une cause maligne à l'obstacle biliaire
- Chez les malades inopérables, les prothèses biliaires posées soit par CPRE, soit par cholangiographie transhépatique selon les cas, permettent de traiter l'ictère, particulièrement chez les patients présentant une sténose maligne

Pathologie du pancréas

Le pancréas est un organe rétro-péritonéal qui a une fonction à la fois exocrine et endocrine. Les patients ayant une pathologie pancréatique peuvent avoir des symptômes variés, incluant douleurs, malabsorption et diabète.

Pancréatite aiguë

Les deux causes les plus fréquentes de pancréatite aiguë sont les calculs biliaires et l'alcoolisme, mais il en existe d'autres (Encadré 1).

La pancréatite aiguë correspond à une inflammation pancréatique auto-entretenue qui peut être modérée, mais qui peut conduire à l'hémorragie et la nécrose pancréatique, avec des collections liquides diffuses intra et rétro-péritonéales. Dans les cas sévères, la mortalité est d'environ 20 %, dans un tableau d'insuffisance multiorgane.

Le diagnostic de pancréatite aiguë est soupçonné cliniquement devant les caractéristiques de la douleur épigastrique, et confirmé biologiquement par l'augmentation de la lipasémie et de l'amylasémie.

Dans le cadre du diagnostic étiologique, l'échographie a pour but de rechercher une cause lithiasique : calculs vésiculaires, et surtout dilatation des voies biliaires intra-hépatiques, évoquant la migration de calculs dans la voie biliaire principale. Ceci peut être confirmé par la cholangiopancréatographie par IRM (CPRM) qui est une exploration non invasive. Elle remplace de plus en plus l'écho-endoscopie plus invasive. La cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique (CPRE), plus invasive, est réservée aux actes thérapeutiques (ablation de calculs ou sphinctérotomie).

La TDM a un rôle pronostique primordial, en faisant le bilan des lésions vers la 48^e^ heure. Elle peut être normale dans les formes bénignes de pancréatite aiguë ; sinon le pancréas est globalement hypertrophié, anormalement hypodense. La graisse adjacente peut être infiltrée par l'inflammation (Fig. 1), le fascia rénal antérieur gauche peut être épaissi. Les collections liquides de nécrose peuvent siéger dans tous les espaces intra et rétropéritonéaux, le plus souvent dans l'arrière cavité des épiploons et dans l'espace pararénal antérieur gauche.

Encadré 1. **Causes de pancréatite aiguë**

- Lithiase de la voie biliaire principale
- Éthylisme
- Médicaments (exemple corticoïdes)
- Hyperlipidémie
- Infection virale (exemple oreillons)
- Traumatisme

La TDM fait le diagnostic de nécrose pancréatique et peut quantifier son étendue : il s'agit d'une zone plus ou moins importante de pancréas qui ne se réhausse pas après injection intraveineuse de produit de contraste (Fig. 2) ; cet index nécrotique a un rôle pronostique important.

La TDM détecte également les complications de la pancréatite aiguë, comme la surinfection des coulées de nécrose, l'apparition de pseudo-kystes, les pseudo-anévrysmes et les thromboses de la veine splénique.

L'échographie ne doit pas être utilisée dans le bilan des lésions, car elle n'est pas fiable en raison des gaz digestifs liés à l'iléus réflexe.

L'IRM est aussi fiable que la TDM ; elle est particulièrement recommandée chez les jeunes patients, afin d'éviter une irradiation secondaire à des scanners répétés.

L'abdomen sans préparation (ASP) n'a pas d'indication dans la pancréatite aiguë.

Pancréatite chronique

La pancréatite chronique se manifeste par des douleurs et une anomalie de la fonction pancréatique exocrine.

L'éthylisme en est la cause la plus fréquente, mais des anomalies congénitales et des tumeurs du pancréas peuvent également entraîner une pancréatite chronique.

En imagerie, la pancréatite chronique se manifeste par une dilatation moniliforme (en forme de chapelet) du canal pancréatique (de Wirsung), associée à des calcifications intracanalaires ou situées dans le parenchyme pancréatique. Le pancréas est souvent atrophique. La maladie peut se compliquer de poussées de pancréatite aiguë, de pseudo-kystes (collection liquide à paroi fine), d'obstacle sur la voie biliaire principale ou de sténose duodénale.

L'abdomen sans préparation est peu sensible pour le diagnostic de calcifications pancréatiques (Fig. 3). La TDM est l'examen de choix, montrant parfaitement les calcifications, la dilatation du Wirsung et les pseudo-kystes (Fig. 4). Si la TDM est normale et que le degré de suspicion clinique est important, la CPRE peut être demandée, afin de montrer les anomalies caractéristiques du canal pancréatique (Fig. 5).

La CPRM est une alternative non invasive qui permet d'analyser les anomalies du canal pancréatique.

L'échographie n'est pas sensible pour faire le diagnostic de pancréatite chronique débutante, mais elle peut être indiquée dans le suivi d'un pseudo-kyste.

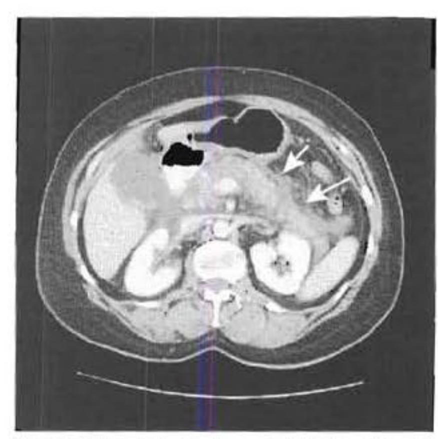


Fig. 1. TDM abdominale après injection intraveineuse de produit de contraste : inflammation de la graisse mésentérique et collection liquide (flèches) adjacente au corps et à la queue du pancréas secondaires à une pancréatite aiguë.

Fig. 2. TDM pancréatique après injection de produit de contraste : absence de rehaussement du pancréas après injection de contraste, témoignant d'une nécrose (flèches). Noter une infiltration de la graisse mésentérique (tête de flèche).

Fig. 3. Abdomen sans préparation (ASP) montrant des calcifications pancréatiques (flèches) secondaires à une pancréatite chronique.

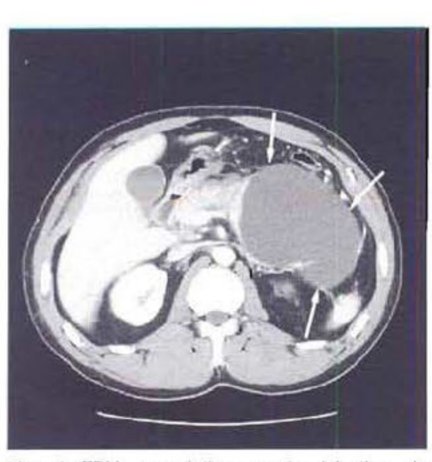


Fig. 4. TDM pancréatique après injection de contraste : volumineux pseudo-kyste (flèches) à bords nets, secondaire à une pancréatite chronique.

Fig. 5. Cholangiopancréatographie rétrograde par voie endoscopique (CPRE) : irrégularité et sténose (flèche) du canal pancréatique principal (Wirsung) secondaire à une pancréatite chronique. Noter l'opacification de canaux secondaires (têtes de flèches).

Tumeurs pancréatiques

L'adénocarcinome constitue 80 % des tumeurs du pancréas ; les autres tumeurs sont représentées par les tumeurs kystiques, séreuse ou mucineuse, et les tumeurs endocrines.

Fig. 6. Échographie abdominale : masse tissulaire (croix) développée sur le pancréas (flèches). Découverte fortuite d'un anévrysme de l'aorte (tête de flèche).

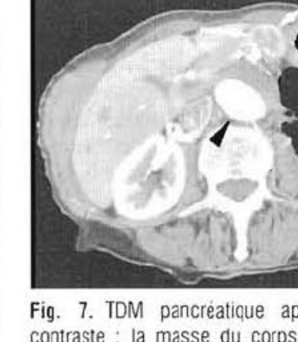


Fig. 7. TDM pancréatique après injection de contraste : la masse du corps du pancréas est hypervascularisée de façon hétérogène (flèches) (cancer du pancréas). Pour mémoire, anévrysme de l'aorte abdominale (tête de flèche), partiellement thrombosé.

Le cancer du pancréas survient généralement chez les patients de plus de 60 ans, se plaignant d'amaigrissement, d'altération de l'état général, de douleurs progressivement croissantes et souvent d'un ictère (car 70 % des cancers surviennent sur la tête du pancréas) (voir p. 60-61).

L'échographie est souvent l'investigation de première intention : elle recherche une masse tissulaire hypoéchogène, pouvant entraîner une dilatation de la voie biliaire principale et du canal pancréatique. Les tumeurs du corps et de la queue du pancréas sont de diagnostic difficile en échographie en raison des gaz digestifs (Fig. 6).

La TDM est l'investigation de choix dans le bilan préopératoire des cancers du pancréas (Fig. 7) ; elle est également indiquée lorsque l'échographie n'est pas contributive. La présence d'envahissement des vaisseaux du rétropéritoine, d'adénomégalies à distance, ou de carcinose péritonéale de métastases du foie constitue des contre-indications opératoires.

L'IRM peut être discrètement supérieure à la TDM dans le bilan d'extension des cancers du pancréas, mais en pratique, cet examen est peu disponible. Lorsqu'il existe un doute entre une tumeur et un foyer de pancréatite chronique, une ponction, le plus souvent guidée sous écho-endoscopie peut être indiquée. La CPRE permet la mise en place d'endoprothèses biliaires chez les patients présentant un ictère et qui sont inopérables (voir p. 60-61).

Pathologie du pancréas

- Le diagnostic de la pancréatite aiguë est clinique et biologique (augmentation de la lipasémie)
- L'échographie a pour seul but de rechercher une cause : lithiase biliaire
- La TDM est l'exploration de choix pour le bilan lésionnel : dans les pancréatites sévères, elle quantifie la nécrose pancréatique, dénombre les collections de nécrose et recherche les complications
- La pancréatite chronique se manifeste par une dilatation moniliforme du canal pancréatique, des calcifications et une atrophie du pancréas : l'examen le plus sensible est la TDM pour les calcifications. La CPRM est une alternative à la CPRE quand la TDM est normale
- Pour le cancer du pancréas, l'examen le plus sensible pour la détection et le plus fiable pour le bilan d'extension préopératoire est la TDM ou l'IRM

Occlusion

Il existe de nombreuses causes d'occlusion, à l'origine d'occlusions du grêle ou du côlon (Tableau 1). Les patients se présentent avec une douleur abdominale aiguë, des nausées et des vomissements, un arrêt des matières et des gaz et une distension avec météorisme abdominal. À l'auscultation abdominale, on note une disparition des bruits hydro-aériques. Si l'occlusion est secondaire à une hernie étranglée, une anse sous tension peut être palpée à un orifice inguinal ou crural. Le but de l'imagerie est de confirmer le diagnostic d'occlusion, d'apprécier son niveau (grêle ou colique), d'identifier sa cause et de détecter des complications comme une perforation.

Tableau 1. **Causes des occlusions**

Extrinsèque	Paroi digestive	Intraluminale
Brides	Cancer	Invagination
Hernie	Sténoses : inflammatoire, radique, iatrogène	Corps étranger
Volvulus	Ischémie intestinale	Iléus biliaire
Inflammation/abcès		
Infiltration tumorale maligne (carcinose péritonéale)		

Abdomen sans préparation (ASP)

L'ASP est l'exploration de première intention classique lors d'une occlusion. Un cliché de face debout, couché et un cliché de thorax debout doivent être demandés. L'occlusion se manifeste par des anses digestives distendues avec des niveaux hydro-aériques sur le cliché debout.

Parfois les anses distendues sont remplies exclusivement de liquide et ne sont pas visibles sur le cliché d'ASP, contrairement à la TDM (ou à l'échographie). La distinction entre l'occlusion du grêle et du côlon n'est pas toujours facile sur l'ASP. Dans une occlusion du grêle, les anses grêles distendues ont classiquement une topographie centrale et présentent de fines valvules conniventes (qui vont d'un bord à l'autre de l'anse) ; le grêle distendu mesure environ de 3 à 5 cm de diamètre (Fig. 1).

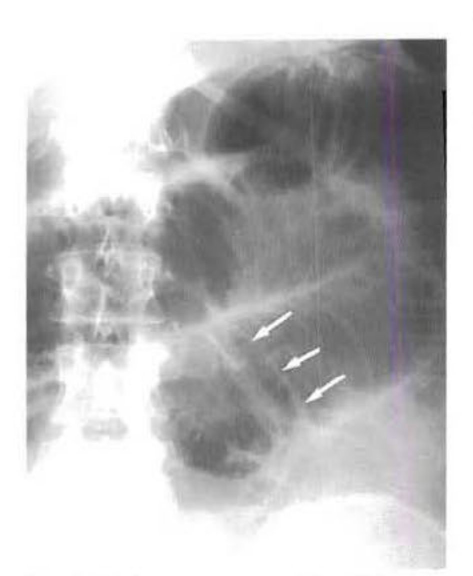


Fig. 1. L'abdomen sans préparation (ASP) d'une occlusion du grêle sur bride. Distension de plusieurs anses grêles présentant des valvules conniventes (flèches) qui traversent toute la largeur de l'anse distendue.

Dans une occlusion colique, les anses sont classiquement situées en périphérie et présentent des haustrations épaisses (qui ne traversent pas toute la lumière digestive) ; ces anses peuvent mesurer plus de 5 cm de diamètre. Si la valve iléo-cæcale est incompétente, le gaz du côlon dilaté peut refluer dans le grêle avec un aspect de distension à la fois du côlon et du grêle. Dans une occlusion du grêle, le côlon distal est classiquement plat et vide ; cependant, dans les premières heures, le côlon peut encore contenir des gaz et des résidus fécaux, rendant le diagnostic plus difficile.

Pneumopéritoine

La présence d'air dans le péritoine est le plus souvent secondaire à la perforation d'un organe creux ; ce diagnostic est d'une grande importance, car ces patients doivent être opérés en urgence.

Le signe le plus fiable sur le cliché de thorax debout est la présence de croissants d'air sous-diaphragmatiques (Fig. 2). Les autres signes, de diagnostic plus difficile, incluent la présence d'air linéaire ou ovale, souvent situé sous le foie et la visibilité de la paroi externe (aussi bien qu'interne) d'une anse digestive. Il faut une quantité d'air importante pour qu'un pneumopéritoine soit visible en radiologie standard. En revanche, la TDM est très sensible pour ce diagnostic, montrant des quantités faibles d'air extradigestif : elle doit être demandée quand le cliché standard est normal, en cas de haute suspicion diagnostique à l'examen clinique.

Exploration d'une occlusion

Certaines causes d'occlusion ont un aspect typique sur l'ASP. Par exemple, le volvulus du côlon sigmoïde présente une distension importante du sigmoïde en forme de « u » inversé (Fig. 3).

La plupart des causes d'occlusion ne peuvent pas être détectées sur l'ASP, mais toutes ne nécessitent pas d'autre investigation radiologique. De nombreuses occlusions sont secondaires à des brides post-opératoires et sont généralement traitées médicalement sous surveillance chirurgicale dans un premier temps, en l'absence de signe de gravité. Une autre cause fréquente d'occlusion sont les hernies étranglées qui sont quasiment toutes traitées chirurgicalement, sans nécessité d'autre exploration radiologique.

L'examen le plus fiable dans le diagnostic topographique et étiologique des occlusions est la TDM.

L'échographie a un rôle limité. Les opacifications digestives sont de moins en moins utilisées – le lavement aux hydrosolubles a été utilisé dans les occlusions

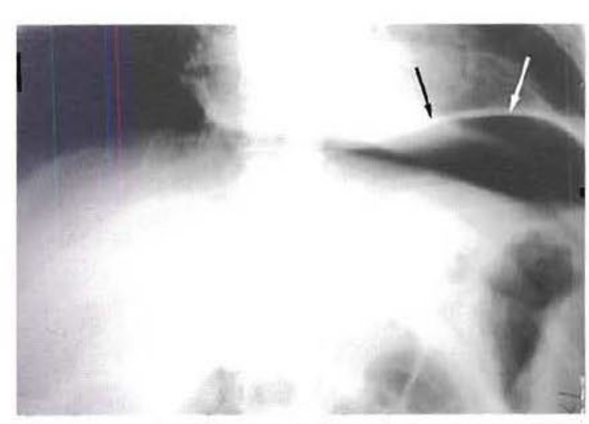


Fig. 2. Cliché centré sur les coupoles debout, montrant un volumineux pneumopéritoine : croissant d'air sous-diaphragmatique gauche (flèches).

Fig. 3. ASP chez un patient se plaignant de douleurs abdominales et d'un arrêt des matières et des gaz : aspect typique de volvulus du côlon sigmoïde, avec distension importante du côlon sigmoïde (flèches) et niveaux hydro-aériques.

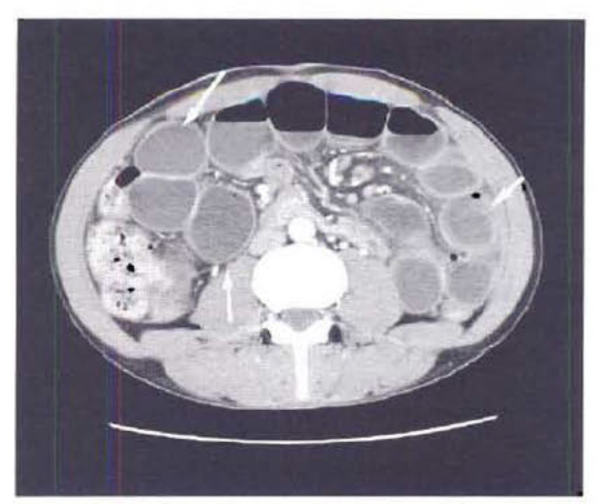


Fig. 4. TDM après injection intraveineuse de produit de contraste : distension de multiples anses digestives remplies de liquide (flèches) et d'air avec niveaux hydro-aériques ; il s'agit d'anses grêles, car le côlon ascendant et descendant est normal : occlusion du grêle.

coliques, pour rechercher ou exclure un cancer, une diverticulite ou un volvulus. Un index opaque ingéré par voie orale est encore parfois utilisé pour confirmer une occlusion haute. Dans tous ces cas, un produit de contraste hydrosoluble doit être utilisé car il n'est pas toxique pour le péritoine, contrairement à la baryte, dans cette pathologie où une perforation digestive peut survenir.

Ces opacifications sont actuellement presque toutes remplacées par la TDM abdominale en urgence (Fig. 4) : cet examen est fiable pour le diagnostic positif et topographique d'une occlusion. Il peut également détecter différentes causes : tumeur, abcès, diverticulite, volvulus et hernie. De plus il est très sensible pour la détection de petites quantités d'air extradigestif ; enfin, il peut suggérer des complications, comme une ischémie digestive. Il ne doit cependant être demandé qu'après l'examen clinique du patient par le chirurgien, car il ne doit pas retarder une intervention urgente. La fiabilité relative des différentes explorations d'imagerie est résumée dans le tableau 2.

Tableau 2. **Comparaison des différents examens d'imagerie chez un patient suspect d'occlusion**

Caractéristique	ASP	Opacification	TDM
Irradiation	+	++	+++
Diagnostic d'occlusion	++	+++	+++
Diagnostic topographique	++	+++	+++
Diagnostic étiologique	±	+	+++
Perforation	++	+	+++
Complications, comme l'ischémie	–	+	++

Occlusion

- L'ASP debout, couché et la radio thoracique de face debout sont indiquées en première intention dans une suspicion d'occlusion
- Une anse grêle distendue présente des valvules conniventes, tandis qu'une anse colique dilatée présente des haustrations
- Le pneumopéritoine, lorsqu'il est volumineux, est détecté sur le cliché thoracique debout de face : c'est une urgence chirurgicale (perforation d'organe creux)
- Les opacifications digestives ne sont pratiquement plus utilisées ; l'utilisation de la baryte est contre-indiquée
- La TDM est l'examen le plus fiable pour le diagnostic positif, topographique, étiologique et la détection de complications d'une occlusion, mais elle n'est pas toujours indiquée (réservée aux patients chez qui l'examen clinique et l'ASP ne sont pas suffisants pour poser l'indication opératoire)

Tumeurs et polypes du côlon

Différents types histologiques

Il existe plusieurs variétés histologiques de polypes coliques (Tableau 1). Il est impossible de les distinguer radiologiquement, bien que certains polypes, de type inflammatoire, aient un aspect radiologique typique (Fig. 1).

Tableau 1. **Variétés histologiques des polypes coliques**

Type histologique	Groupes
Tumoral	Adénomes, carcinome, lymphome
Inflammatoire	Après infection ou pathologie intestinale inflammatoire
Hamartomateux	Peutz-Jegher, polypose juvénile
Métaplasique	

Polypes adénomateux

En raison de leur risque de dégénérescence maligne en cancer colorectal, les adénomes coliques sont les plus importants cliniquement. Le risque de dégénérescence maligne est lié à la taille du polype : 1 % pour les polypes inférieurs à 1 cm, mais augmentant jusqu'à 10 % pour les polypes supérieurs à 1 cm.

La transformation en cancer invasif survient chez environ 2,5 polypes pour 1000 par an et prend plusieurs années, nécessitant de multiples mutations génétiques. La plupart des adénomes surviennent chez les patients d'âge mûr, bien que les patients présentant une polypose adénomateuse familiale (PAF), pathologie héréditaire rare, autosomique dominante, présentent dès l'adolescence des adénomes multiples, qui dégénèrent constamment en carcinome, en l'absence de colectomie. La plupart des patients qui ont des polypes sont asymptomatiques, mais quelques uns peuvent présenter une rectorragie ou un hémocult positif (recherche positive de sang dans les selles).

L'exérèse de polypes lors d'une endoscopie diminue de façon certaine le risque, pour le patient, de développer ultérieurement un cancer du côlon.

Fig. 1. Lavement en double contraste ; cliché centré sur le côlon descendant : multiples lacunes (flèches) dont l'aspect est typique de pseudo-polypes inflammatoires.

Imagerie du côlon

La coloscopie représente l'examen de référence pour la détection de polypes et de tumeurs coliques. Sa fiabilité n'est cependant pas parfaite et elle présente un risque (faible) de perforation colique, associée à une morbidité et une mortalité non nulle.

Le standard radiologique concernant l'imagerie de la muqueuse colique a été, pendant longtemps, le lavement en double contraste. Le patient doit subir une préparation colique ; la baryte est introduite par une canule rectale dans un côlon propre ; le côlon est ensuite distendu par insufflation d'air. La muqueuse est ainsi soulignée par une fine ligne opaque. Les lésions muqueuses, comme les polypes, sont bien visibles au sein d'une muqueuse normale (Fig. 2). La sensibilité du lavement baryté est limitée par la qualité inégale de la préparation colique et par l'existence de pathologies associées, comme une diverticulose. Les patients doivent tolérer la préparation colique, être continents, relativement mobiles : les patients infirmes ou très âgés ne peuvent pas bénéficier de cet examen.

Fig. 2. Cliché centré lors d'un lavement en double contraste : présence de deux polypes pédiculés (flèches) du côlon sigmoïde.

Une nouvelle technique d'imagerie du côlon appelée colographie par TDM ou coloscopie virtuelle se développe depuis quelques années. Chez un patient ayant subi une préparation colique, une insufflation d'air est réalisée par une canule rectale et une TDM est pratiquée en décubitus puis en procubitus ; les reconstructions 3D imitent l'aspect de l'endoscopie (Fig. 3). Dans le futur, il sera peut-être possible de réaliser cette technique sans préparation colique, car les logiciels peuvent soustraire les matières fécales. Cette technique s'avère fiable pour les polypes de plus de 1 cm, qui sont ceux qui présentent le plus de risque de dégénérescence maligne. Il est possible que, dans le futur, cette technique soit utilisée dans le dépistage et la détection des polypes ; la coloscopie, dans ce cas, serait utilisée uniquement dans un but thérapeutique (exérèse des polypes).

Cancer colique

Le cancer colique constitue le deuxième cancer par ordre de fréquence dans les pays occidentaux. La plupart des tumeurs sont des adénocarcinomes et environ 60 % surviennent dans le rectum ou le sigmoïde. Les patients peuvent se présenter avec une occlusion colique (voir p. 64), un amaigrissement, des troubles du transit, une rectorragie ou une masse abdominale palpable.

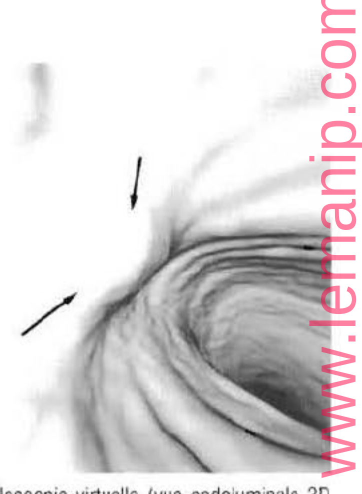


Fig. 3. Coloscopie virtuelle (vue endoluminale 3D réalisée en TDM) : petit polype (flèches).

Le lavement baryté en double contraste, malgré sa sensibilité de plus de 90 % en matière de cancer colique, n'est pratiquement plus utilisé en France. L'aspect typique d'un cancer évolué est celui d'une sténose courte et excentrée, se raccordant de façon abrupte avec la paroi normale (Fig. 4) : aspect de virole ou en « trognon de pomme » ; les cancers moins volumineux se manifestent par une masse intraluminale. La sémiologie est identique en coloscopie virtuelle.

La TDM abdominale avec injection de contraste intraveineux est une bonne alternative chez les patients non préparés ou qui ne peuvent supporter une coloscopie (Fig. 5).

La TDM a l'avantage de faire le bilan d'extension du cancer colique (recherche d'adénomégalies ou de métastases hépatiques). L'échographie hépatique est une bonne alternative dans le bilan préopératoire d'un cancer colorectal.

Chez les patients présentant un cancer du rectum, l'extension pariétale précise guide le traitement, en particulier l'indication d'une éventuelle radiothérapie préopératoire : l'IRM (Fig. 6), comme l'échographie endorectale, est fiable pour préciser l'extension du cancer à travers la paroi colique ; mais ces deux techniques sont peu fiables pour le diagnostic d'envahissement ganglionnaire périrectal.

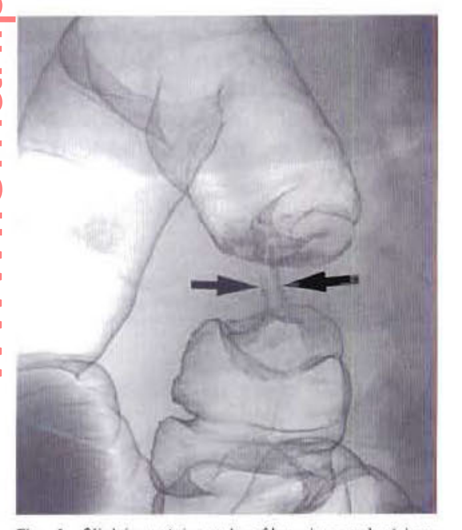


Fig. 4. Cliché centré sur le côlon descendant lors d'un lavement en double contraste : aspect typique de cancer colique (flèche) : aspect en « trognon de pomme ».

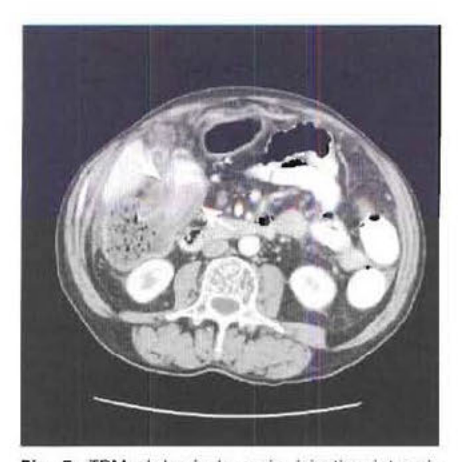


Fig. 5. TDM abdominale après injection intraveineuse de produit de contraste : masse se rehaussant de façon hétérogène (flèches), visible sur l'angle droit, correspondant à un cancer colique.

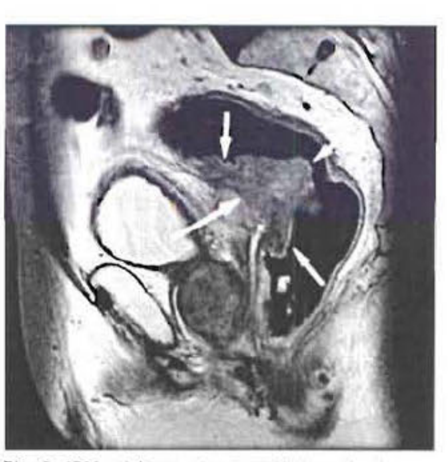


Fig. 6. IRM pelvienne en vue sagittale : volumineux cancer rectal (flèches).

La TDM, et surtout l'IRM, sont utiles chez les patients suspects de récidive tumorale, bien que la différenciation entre récidive et fibrose postopératoire soit parfois difficile (surtout en scanner). L'aspect nodulaire et asymétrique est en faveur de la récidive, dont le type de rehaussement après injection de gadolinium diffère de celui de la fibrose.

La tomographie par émission de positrons (TEP) a aussi un rôle dans la détection de récidive de cancer colorectal.

Prothèses coliques

Les patients présentant une occlusion colique sur cancer sont parfois trop fragiles pour être opérés ou ont parfois une maladie trop avancée pour que la chirurgie soit indiquée. L'obstruction peut être levée par mise en place d'une prothèse métallique dans la sténose, sous contrôle scopique. La mise en place de cette prothèse peut être réalisée en collaboration entre le radiologue et l'endoscopiste.

Tumeurs et polypes du colon

- Les polypes adénomateux du côlon ont une importance clinique extrême car ils peuvent dégénérer en cancer colique
- La coloscopie constitue la référence pour la détection et l'exérèse des polypes coliques, quoique la coloscopie virtuelle représente une alternative pour la détection des polypes de plus de 1 cm
- Un cancer colique a l'aspect d'une masse intraluminale ou d'une sténose courte et excentrée sur un lavement baryté
- La TDM permet de faire le diagnostic de cancer colique évolué chez des patients trop fragiles pour supporter une préparation colique ou une coloscopie
- L'IRM, ou l'échographie endorectale, est indiquée dans le bilan préthérapeutique d'un cancer rectal, afin d'évaluer l'extension pariétale du cancer
- La prothèse colique est un traitement palliatif chez les patients ayant un cancer évolué inopérable

Pathologie diverticulaire du côlon et appendicite

Les diverticules coliques sont des images d'addition acquises de la muqueuse colique à travers la paroi intestinale, probablement secondaires à l'augmentation de la pression intraluminale colique. La diverticulose est rare avant l'âge de 35 ans ; en revanche, 30 à 50 % des plus de 35 ans en sont atteints. Cette maladie est favorisée par une alimentation pauvre en fibres, avec un taux élevé de raffinage, typique de l'alimentation occidentale ; elle atteint dans nos pays essentiellement le côlon gauche, et tout particulièrement le sigmoïde. Dans les pays orientaux, les diverticules sont essentiellement localisés au côlon droit. La diverticulose est souvent asymptomatique, quoique les patients puissent se plaindre de troubles coliques fonctionnels, ou présenter des complications.

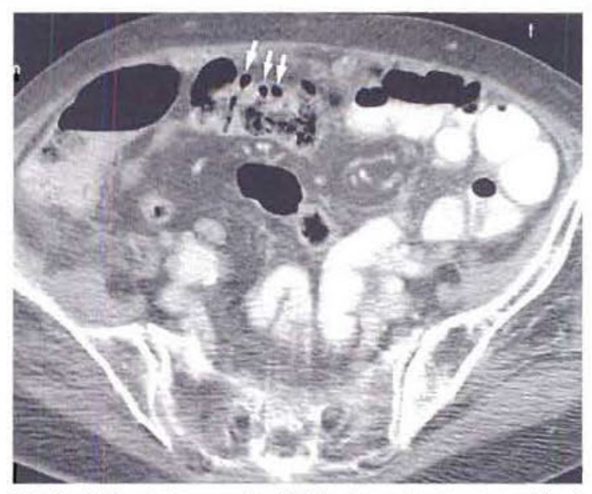


Fig. 2. TDM pelvienne après injection intraveineuse de produit de contraste : images d'addition (flèches) du côlon correspondant à des diverticules.

Complications de la diverticulose

Les complications les plus fréquentes sont énumérées dans l'encadré 1.

Il n'existe pas de preuve que la diverticulose prédispose à la survenue d'un cancer colique ; les techniques d'exploration classique, comme le lavement baryté, ont des difficultés à détecter des polypes, lorsqu'il existe une diverticulose associée.

Imagerie de la diverticulose

Chaque type d'exploration a un rôle dans l'exploration de la diverticulose en imagerie et le choix de la meilleure exploration dépend du tableau clinique.

En France, l'endoscopie a remplacé le lavement baryté dont les indications se résument à la contre-indication d'endoscopie (patients très âgés ne pouvant supporter une anesthésie) ou à son impossibilité (sténose serrée infranchissable par l'endoscope).

Les patients présentant des symptômes chroniques, comme une douleur abdominale, une rectorragie et des troubles du transit peuvent avoir une diverticulose. Le lavement baryté, qui montre des images d'addition (Fig. 1) est remplacé en France par la coloscopie. Les diverticules sont souvent une découverte fortuite sur les TDM réalisées pour d'autres raisons (Fig. 2).

En revanche, les patients présentant une diverticulite aiguë typique se présentent avec une douleur aiguë de la fosse iliaque gauche, de la fièvre et une défense de la fosse iliaque gauche. Le diagnostic est souvent soupçonné cliniquement et l'imagerie doit être réservée aux patients qui ont les symptômes les plus sévères ou qui résistent au traitement médical. Le rôle majeur de l'imagerie est de confirmer le diagnostic de diverticulite et de détecter des complications, comme un abcès (collection liquide à paroi épaisse, pouvant contenir du gaz) : ces abcès peuvent être drainés par voie percutanée ou chirurgicale. L'échographie peut certes montrer des collections, mais elle peut méconnaître des abcès, particulièrement s'ils contiennent du gaz. Pour cette raison, la TDM est l'exploration de choix dans les diverticulites, montrant l'épaississement de la paroi du côlon, les diverticules et les abcès, même de petite taille (Fig. 3).

Encadré 1. Complications de la diverticulose

- Diverticulite
- Perforation et péritonite
- Fistule colovésicale, vaginale ou cutanée
- Hémorragie
- Sténose et occlusion

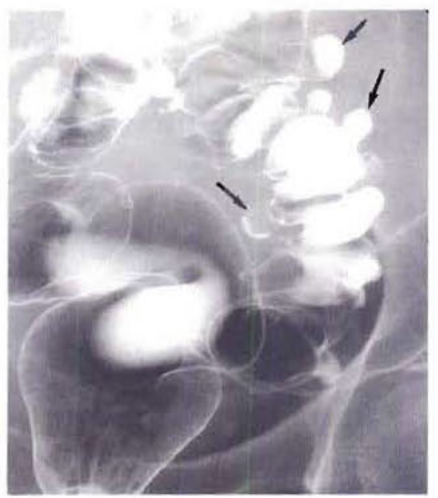


Fig. 1. Lavement baryté en double contraste – cliché centré sur le sigmoïde : multiples images d'addition (flèches) correspondant à des diverticules.

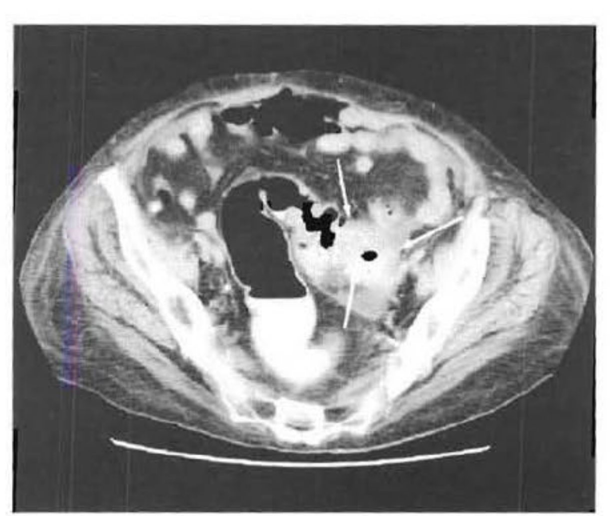


Fig. 3. TDM pelvienne après injection intraveineuse de contraste : abcès, à paroi épaisse (flèches), secondaire à une diverticulite sigmoïdienne aiguë.

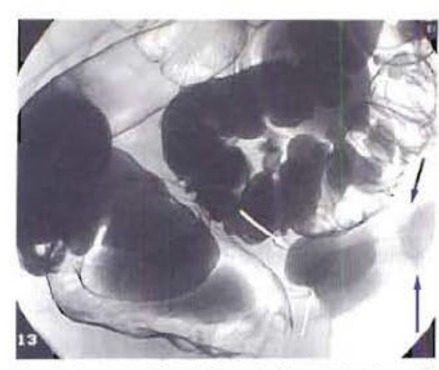
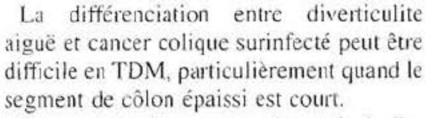


Fig. 4. Lavement baryté en double contraste – cliché centré sur le sigmoïde : présence de produit de contraste dans la vessie (flèches) liée à une fistule chez un patient présentant une diverticulose sigmoïdienne.

Fig. 5. Lavement baryté en double contraste : sténose sigmoïdienne (flèches) secondaire à une diverticulite sigmoïdienne.

Fig. 6. Échographie de la fosse iliaque droite : appendice distendu, à parois épaisses (flèches) correspondant à une appendicite aiguë.



La différenciation entre diverticulite aiguë et cancer colique surinfecté peut être difficile en TDM, particulièrement quand le segment de côlon épaissi est court.

Pour cette raison, une coloscopie à distance de l'épisode fébrile doit être systématiquement réalisée.

Fistule

Dans les diverticulites, on observe le plus fréquemment une fistule colovésicale, entraînant une pneumaturie. L'opacification colique peut certes montrer la fistule, avec apparition de produit de contraste dans la vessie (Fig. 4). La cystographie n'est pas réalisée en première intention.

La TDM a un rôle majeur, montrant la proximité du côlon et de la vessie ; elle peut montrer le trajet fistuleux ou un abcès péricolique. La présence d'air intravésical en TDM chez un patient ne présentant pas de sonde vésicale confirme le diagnostic de fistule colovésicale.

Sténose et occlusion

Les sténoses diverticulaires sont assez fréquentes ; elles peuvent entraîner une occlusion aiguë ou subaiguë.

Classiquement, dans les tableaux chroniques, le lavement baryté montre une sténose longue, avec une muqueuse intacte (Fig. 5). Actuellement, c'est la coloscopie qui permet de différencier une sténose diverticulaire d'un cancer colique.

Hémorragie

La plupart des saignements provenant d'une diverticulose sont occultes et intermittents ; rarement les patients se présentent avec une rectorragie sévère. La coloscopie doit être réalisée en première intention. L'artériographie peut être utile dans les hémorragies sévères, pour localiser le saignement et permettre une éventuelle embolisation.

Imagerie de l'appendice

L'échographie de la fosse iliaque droite peut être utile pour confirmer le diagnostic d'appendicite, quand le tableau clinique n'est pas typique, bien qu'une échographie négative n'exclue pas totalement ce diagnostic. L'appendicite se manifeste par un appendice à la paroi épaissie, borgne, parfois entouré d'une infiltration de la graisse ou d'une collection liquide (Fig. 6).

Cet examen est particulièrement indiqué chez les jeunes, car il est non irradiant et chez la femme, car il assure le diagnostic différentiel (pathologie annexielle droite).

La TDM appendiculaire est un examen plus fiable, avec une très haute valeur prédictive négative ; les anomalies y sont les mêmes qu'en échographie. Son seul inconvénient est d'être irradiant alors que la population atteinte est souvent jeune.

Pathologie diverticulaire du côlon et appendicite

- La diverticulose est très fréquente dans les pays occidentaux où elle atteint généralement le côlon gauche. Les complications incluent l'inflammation, la perforation, l'abcès, l'hémorragie et la sténose
- La TDM est l'examen de choix pour confirmer le diagnostic de diverticulite et détecter ses complications, comme l'abcès
- La différenciation entre diverticulite et cancer infecté revient à la coloscopie réalisée à distance
- La TDM est fiable dans le diagnostic de fistule colovésicale
- Le lavement opaque est de moins en moins utilisé en France
- L'échographie est indiquée pour confirmer le diagnostic de l'appendicite quand le tableau clinique est douteux, particulièrement chez les jeunes et chez les femmes
- La TDM est l'examen le plus fiable pour le diagnostic d'appendicite, mais il s'agit d'un examen irradiant

Hémorragie gastro-intestinale

L'hématémèse (vomissement de sang) et le méléna (émission rectale de sang digéré, de couleur noire) témoignent d'un saignement provenant du tractus gastro-intestinal supérieur, alors qu'une rectorragie (émission rectale de sang rouge) provient généralement du côlon. Les causes de saignements digestifs sont nombreuses (Tableau 1).

Tableau 1. **Causes d'hémorragie gastro-intestinale**

Tractus digestif haut	Tractus digestif bas
Varices œsophagiennes	Pathologie diverticulaire
Oesophagite, gastrite et ulcère	Malformations artério-veineuses et angiodysplasie
Ulcération de Mallory-Weiss	Diverticule de Meckel
Cancers	Cancers et polypes

Exploration d'une hémorragie gastro-intestinale

Hémorragie aiguë

Les hémorragies sévères pouvant mettre en jeu le pronostic vital du patient peuvent être secondaires à chacune des causes énumérées dans le tableau 1. Dans les hémorragies d'origine haute, la fibroscopie œso-gastro-duodénale est l'investigation de choix, à la fois pour le diagnostic et pour la thérapeutique, comme la ligature des varices œsophagiennes ou la sclérose des ulcères. L'imagerie a un rôle limité, mais la TDM ou l'artériographie peuvent être utiles pour détecter des causes rares comme les pseudo-anévrysmes.

L'imagerie a un rôle plus important dans l'exploration des saignements d'origine basse car la coloscopie peut être en défaut. Dans ces cas, l'artériographie, comme la scintigraphie peuvent être utiles ; le choix dépend de la topographie suspectée du saignement, ainsi que de la disponibilité et de l'expertise locales.

Scintigraphie

L'examen le plus utilisé est la scintigraphie aux globules rouges marqués au ^{99m}Tc. On injecte au patient un isotope radioactif (^{99m}Tc) qui est fixé aux globules rouges. Une gamma caméra permet d'explorer l'abdomen en entier, juste après injection et pendant les 24 premières heures. L'hyperfixation correspond au site de saignement ; des débits d'hémorragie aussi bas que 0,5 ml/min peuvent être détectés (Fig. 1).

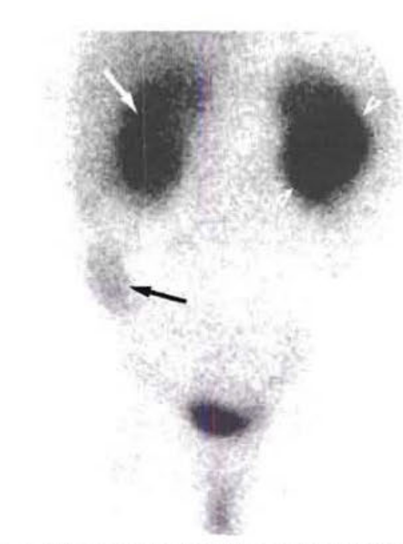


Fig. 1. Scintigraphie aux globules rouges marqués au ^{99m}Tc : hyper fixation anormale dans la fosse iliaque droite (flèche noire), secondaire à une angiodysplasie colique qui saigne. Noter la fixation normale du foie (flèche blanche) et de la rate (têtes de flèches).

Artériographie

Elle peut être indiquée en première intention dans les hémorragies gastro-intestinales très abondantes (au moins 1 ml/min) ou secondairement, ciblée par l'hyperfixation à la scintigraphie aux globules rouges.

Il est possible de cathétériser de façon sélective des vaisseaux de petite taille, afin de préciser la topographie du saignement et de permettre un traitement (Fig. 2). Différentes substances peuvent être injectées dans le cathéter afin d'arrêter l'hémorragie, évitant la chirurgie, ou bien en préopératoire, pour limiter le saignement pendant l'intervention.

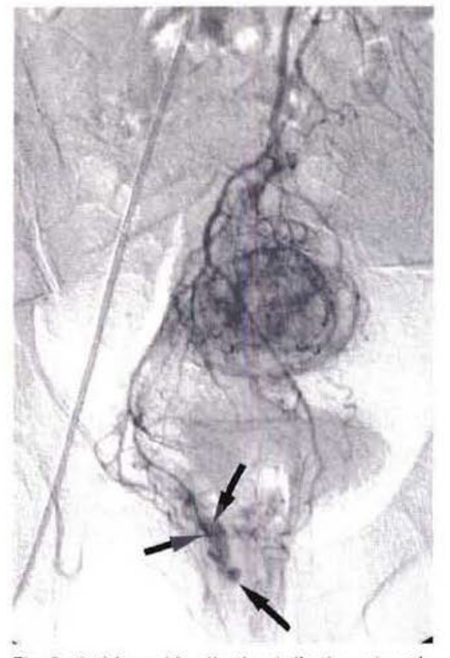


Fig. 2. Artériographie sélective de l'artère mésentérique inférieure : saignement actif (flèches) alimenté par une artère hémorroïdale.

L'angiodysplasie (anomalie vasculaire colique, habituellement située dans le côlon droit) est une cause fréquente d'hémorragie basse, traitée le plus souvent par électrocoagulation pendant la coloscopie.

TDM

Les TDM de dernière génération peuvent localiser un saignement actif lors du temps artériel.

Hémorragie chronique

Une hémorragie gastro-intestinale chronique peut se révéler par des saignements intermittents, ou par une anémie ferriprive. La fibroscopie est plus sensible que le transit œso-gastro-duodénal et a l'avantage de permettre la biopsie et la recherche d'*Helicobacter pylori*. En France, le transit œso-gastro-duodénal n'est pratiquement plus utilisé pour détecter les ulcères ou les cancers gastro-duodénaux (Fig. 3), contrairement aux pays anglo-saxons.

Le lavement baryté est indiqué lorsque la coloscopie est impossible (contre-indication à l'anesthésie chez des gens âgés par exemple) ou en cas de sténose infranchissable par le coloscope, ou de coloscopie incomplète (côlon droit non exploré) ; le lavement en double contraste peut détecter les polypes, les cancers et les pathologies diverticulaires (Fig. 4).

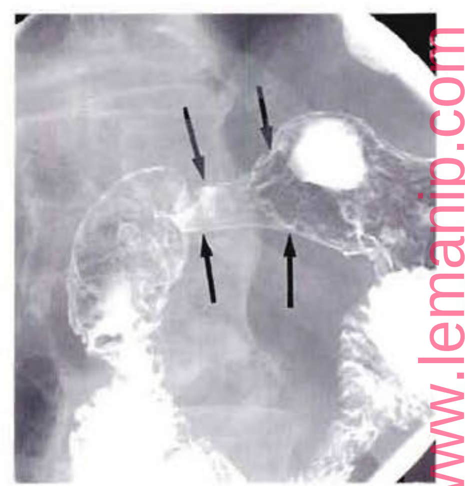


Fig. 3. Transit œso-gastro-duodénal en double contraste : sténose irrégulière de l'antre gastrique secondaire à un cancer.

Fig. 4. Lavement baryté en double contraste : lacune cæcale (flèches) correspondant à un volumineux cancer.

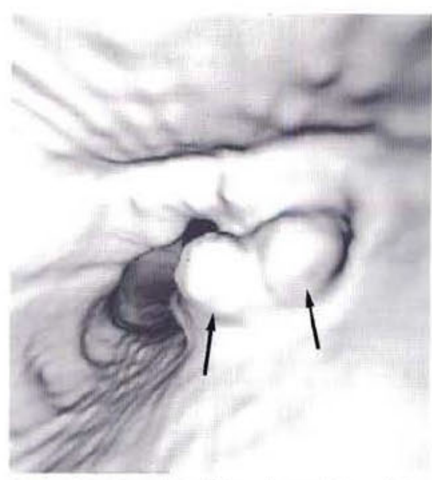


Fig. 5. Reconstruction 3D lors d'une coloscopie virtuelle : masse volumineuse, à contours irréguliers (flèches) du côlon sigmoïde, qui correspondait à un cancer partiellement obstructif.

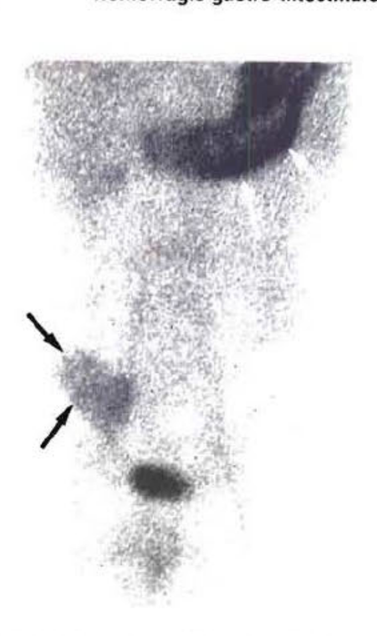


Fig. 6. Scintigraphie au ^{99m}Tc à la recherche d'un diverticule de Meckel : hyperfixation de la fosse iliaque droite (flèches noires) similaire à celle de l'estomac (flèches blanches), liée à une hétérotopie de la muqueuse gastrique au sein d'un diverticule de Meckel.

La coloscopie virtuelle est également très sensible pour détecter des causes de saignements chroniques comme les polypes, les cancers ou les pathologies diverticulaires (Fig. 5) ; cette technique est en passe de devenir le standard d'imagerie radiologique du côlon (visualisation des polypes de plus de 1 cm).

Une cause rare mais importante de saignements chroniques est le diverticule de Meckel. Ce vestige embryonnaire du canal vitellin est situé classiquement à 60 cm de la valvule iléo-cæcale ; il est souvent asymptomatique. Cependant, il peut contenir une muqueuse gastrique ectopique, qui peut s'ulcérer, entraînant douleurs et saignements. Le diverticule peut parfois être détecté par le transit du grêle, mais l'examen de choix est la scintigraphie au ^{99m}Tc qui utilise un isotope et qui est capté par la muqueuse gastrique ; un diverticule de Meckel peut ainsi se manifester par une hyperfixation dans la fosse iliaque droite (Fig. 6).

Hémorragie gastro-intestinale

- L'endoscopie constitue l'investigation de choix de l'hémorragie gastro-intestinale
- La scintigraphie aux globules rouges marqués au ^{99m}Tc est plus sensible mais moins spécifique que l'artériographie dans le bilan étiologique d'une hémorragie gastro-intestinale
- La TDM permet actuellement de détecter les saignements actifs
- L'artériographie permet de traiter les hémorragies gastro-intestinales par embolisation
- En France, les opacifications barytées ne sont pratiquement plus utilisées
- La scintigraphie au ^{99m}Tc est indiquée pour détecter une ectopie de muqueuse gastrique dans un diverticule de Meckel

Abdomen aigu et traumatisme abdominal

Il existe de nombreuses causes d'abdomen aigu, qui sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1. **Causes d'un abdomen aigu**

Organes abdominaux	Tube digestif	Autres
Cholécystite	Occlusion	Abcès intra-abdominal
Pancréatite	Volvulus	Rupture d'anévrysme aortique
Pyélonéphrite	Ischémie intestinale	Grossesse extra-utérine
Colite néphrétique	Pathologie inflammatoire du tube digestif	Pathologie inflammatoire du pelvis
Abcès du foie	Appendicite	
	Diverticulite	
	Perforation	

Exploration d'un abdomen aigu

Chez un patient se présentant avec une douleur abdominale aiguë, l'interrogatoire et l'examen clinique sont primordiaux pour faire un bon diagnostic étiologique. Lorsqu'une occlusion ou une perforation digestive est suspectée, il faut demander en première intention un abdomen sans préparation debout, couché, et une radiographie thoracique de face debout, afin de rechercher une distension d'anses digestives avec des niveaux hydro-aériques et un pneumopéritoine. Pour certains, la TDM abdominale doit remplacer l'abdomen sans préparation dans cette indication.

Chez les patients qui ne sont pas opérés d'emblée après l'examen clinique, l'examen radiologique à demander dépend de la suspicion diagnostique. L'exploration de nombreuses pathologies énumérées dans le tableau 1 ont déjà été détaillées dans les chapitres précédents ; nous ne traiterons que des pathologies qui n'ont pas été encore mentionnées. Les examens d'imagerie de première intention à demander dans les pathologies fréquentes d'abdomen aigu sont détaillés dans le tableau 2.

Tableau 2. **Examen d'imagerie à demander en première intention en fonction des diagnostics suspectés**

Contexte clinique	Examen d'imagerie de première intention	Exploration à demander en 2e intention dans les cas complexes ou douteux
Occlusion/Perforation	ASP	TDM
Cholécystite	Échographie	IRM (si migration lithiasique)
Pancréatite	TDM (pronostic) et échographie (lithiase biliaire)	
Abcès (foie ou abdomen)	Échographie	TDM
Ischémie digestive	TDM	Artériographie
Appendicite	Échographie	TDM
Diverticulite	TDM	

Ischémie intestinale

L'ischémie aiguë du grêle est généralement secondaire à l'occlusion brutale de l'artère mésentérique supérieure par un embol ou une thrombose. Les patients sont généralement âgés et se présentent avec un tableau brutal de douleur abdominale sévère et de diarrhée, avec un abdomen non météorisé, sans bruit hydro-aérique et un choc.

La mortalité peut atteindre 75 % dans les cas sévères ; un diagnostic rapide menant à une intervention chirurgicale en urgence est primordial. L'imagerie a souvent un rôle diagnostique car la rareté des signes physiques contraste avec l'importance de la sévérité du tableau clinique.

L'abdomen sans préparation n'a pas de valeur, car les anomalies visibles sont tardives (pneumatose pariétale et aéroportie). La TDM avec injection de produit de contraste intraveineux est l'examen de choix, avec une sensibilité de 80 % : elle peut montrer des signes en faveur d'une ischémie d'origine artérielle ou veineuse : visibilité d'un caillot dans l'artère mésentérique supérieure, avec paroi fine de l'intestin grêle qui ne se réhausse pas après injection de produit de contraste au temps artériel, ou bien thrombose veineuse mésentérique, avec paroi épaisse du grêle (par stase) ; une pneumatose pariétale (visibilité de gaz dans la paroi digestive) ou une aéroportie (présence de gaz dans le système porte) sont possibles. L'artériographie est rarement indiquée (dans les cas douteux).

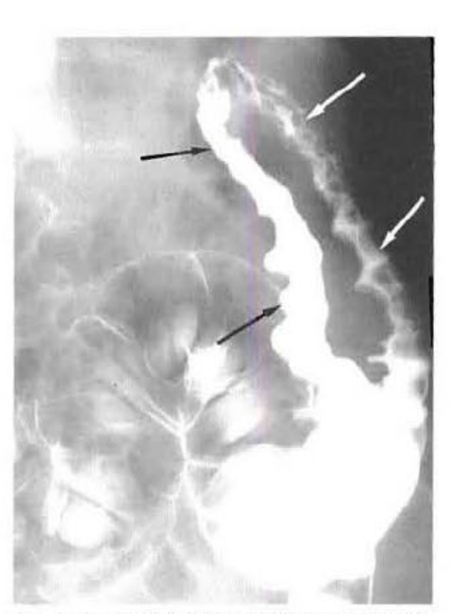


Fig. 1. Lavement baryté en double contraste : sténose (flèches), de l'angle colique gauche, de nature ischémique.

L'ischémie colique (colite ischémique) survient le plus souvent sur l'angle colique gauche, à la jonction des territoires artériels mésentériques supérieur et inférieur. L'épaississement de la paroi du côlon correspond à un œdème sous-muqueux visible en TDM ; elle est responsable des images en « empreintes de pouces » classiquement décrites sur les lavements aux hydrosolubles (Fig. 1).

Abcès abdominal

La cause la plus fréquente d'abcès abdominal est le lâchage d'anastomose en postopératoire immédiat.

Les autres étiologies incluent la diverticulite, l'appendicite ou la perforation d'organe creux.

L'abdomen sans préparation n'a pas d'intérêt, montrant exceptionnellement les abcès (quand ils contiennent du gaz, par exemple).

L'échographie abdominale peut être demandée lorsque l'on soupçonne des collections sous-phréniques ; elle peut également guider un drainage percutané. Cependant, cet examen peut ne pas détecter un abcès abdominal, en raison de la présence de gaz digestifs situés dans l'abcès lui-même ou dans les anses digestives adjacentes. Pour cette raison, la TDM est l'examen de choix dans la recherche d'abcès intra-abdominal (Fig. 2), particulièrement en postopératoire, où l'échographie est gênée par les cicatrices et l'ileus réflexe. La scintigraphie a un rôle complémentaire : la scintigraphie aux leucocytes marqués à une bonne sensibilité dans la détection de sepsis abdominal, particulièrement si les autres examens sont douteux.

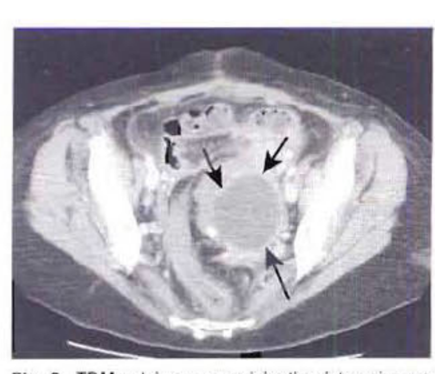


Fig. 2. TDM pelvienne avec injection intraveineuse de produit de contraste : volumineux abcès (flèches) secondaire à la perforation d'un diverticule sigmoïdien.

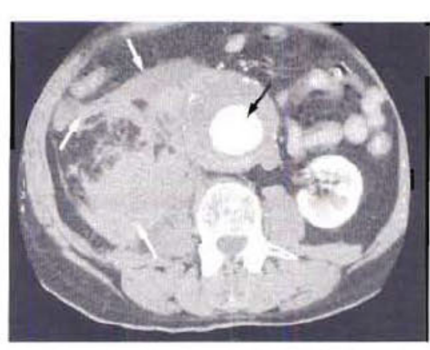


Fig. 3. TDM abdominale après injection de contraste intraveineux : volumineux hématome rétropéritonéal (flèches blanches) secondaire à la fissuration d'un anévrysme de l'aorte (flèche noire).

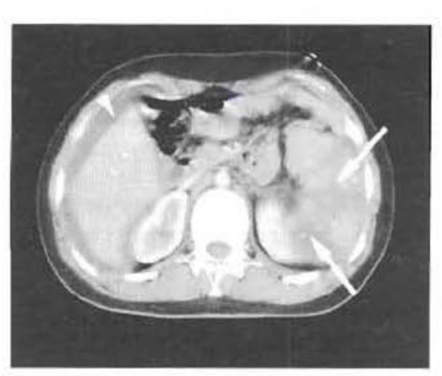


Fig. 4. Scanner abdominal après injection intraveineuse de produit de contraste chez un patient polytraumatisé. Dilacération splénique (flèches). Hémopéritoine (tête de flèche) réalisant un épanchement péritonéal de densité liquide, visible autour du foie.

Fissure d'anévrysme de l'aorte

La présence d'une masse pulsatile chez un patient présentant un choc évoque fortement une fissuration d'anévrysme aortique, qui nécessite une intervention chirurgicale en urgence.

L'imagerie peut être indiquée chez un patient hémodynamiquement stable, chez lequel le diagnostic est douteux. L'échographie montre parfaitement bien l'anévrysme, mais ne détecte pas sa fissuration, contrairement à la TDM injectée, qui est le meilleur examen dans ce contexte clinique (Fig. 3). Cependant, l'imagerie ne doit pas retarder l'intervention chirurgicale qui est urgente.

Traumatisme abdominal

Un polytraumatisé hémodynamiquement instable doit faire l'objet d'une échographie en urgence dans la salle de déchoquage, afin de rechercher un hémopéritoine qui posera l'indication d'une laparotomie en urgence.

En revanche, les polytraumatisés hémodynamiquement stables doivent faire l'objet d'une TDM thoraco-abdo-pelvienne avec injection de produit de contraste (précédée d'une TDM cérébrale sans injection, et associée à une TDM de l'ensemble du rachis) : cet examen a en effet la plus grande sensibilité pour détecter les traumatismes des viscères pleins (foie, rate, reins), un hémopéritoine, un pneumopéritoine et les éventuelles fractures associées du rachis et du bassin (Fig. 4). Beaucoup de lésions traumatiques des viscères pleins sont actuellement traitées médicalement sous surveillance chirurgicale : la TDM participe à la décision thérapeutique.

L'échographie ne doit pas être réalisée chez un polytraumatisé hémodynamiquement stable, en raison de sa sensibilité modérée pour détecter des lésions des viscères pleins, et de son manque de fiabilité pour le diagnostic de pneumopéritoine et de lésion traumatique rétropéritonéale.

Abdomen aigu et traumatisme abdominal

- Le diagnostic étiologique d'une douleur abdominale aiguë nécessite un interrogatoire et un examen clinique soigneux, associés à une indication judicieuse des explorations radiologiques en fonction du tableau clinique
- Les patients présentant une ischémie intestinale présentent peu de signes cliniques, contrastant avec la gravité de cette pathologie ; la TDM peut aider au diagnostic
- Les abcès intra-abdominaux peuvent être détectés en échographie, mais la TDM est beaucoup plus sensible et plus spécifique
- L'imagerie ne doit pas retarder la laparotomie chez les patients présentant une fissuration d'anévrysme aortique ; chez un patient hémodynamiquement stable, la TDM est l'examen de choix
- Chez le polytraumatisé, l'échographie abdominale doit être réalisée chez le patient hémodynamiquement instable, à la recherche d'un hémopéritoine ; dans les autres cas, la TDM est l'examen le plus fiable

Pathologie inflammatoire du tube digestif

Maladie de Crohn

La maladie de Crohn est une pathologie inflammatoire granulomateuse chronique, d'étiologie inconnue, qui peut survenir sur n'importe quel segment du tube digestif depuis la bouche jusqu'à l'anus. Cette maladie atteint essentiellement les jeunes adultes, bien qu'elle puisse se révéler chez les gens plus âgés. Les patients se présentent typiquement avec des douleurs, de la diarrhée et un amaigrissement.

L'inflammation affecte fréquemment la totalité de la paroi digestive (pathologie trans-murale, contrairement à la rectocolite hémorragique) et conduit à la formation d'ulcérations muqueuses profondes (aspect pavimenteux), de fistules et de sténoses.

La dernière anse iléale est fréquemment atteinte (environ 50 % des cas) ; les fistules et les abcès péri-anaux sont également fréquents. Le côlon est atteint chez environ 25 % des patients.

Un aspect caractéristique de la maladie de Crohn est constitué par l'atteinte non continue du tube digestif, avec des segments intestinaux sains intercalés entre les zones pathologiques.

Rectocolite hémorragique (RCH)

La RCH est une maladie inflammatoire idiopathique du côlon, évoluant par poussées, et qui atteint toujours le rectum. Le reste du tube digestif n'est pas atteint. Le processus inflammatoire ne concerne pas la paroi entière du tube digestif et les fistules sont donc rares. Les patients présentent une émission rectale de glaires sanglantes, souvent associées à de la diarrhée et de la fièvre.

La comparaison entre la maladie de Crohn et la RCH est résumée dans le tableau 1 ; la distinction entre ces deux pathologies peut être problématique chez certains patients.

Tableau 1. **Comparaison entre la maladie de Crohn et la rectocolite hémorragique (RCH)**

Pathologie	Rectocolite hémorragique	Maladie de Crohn
Distribution	Continue	Intervalles de segments digestifs sains
Atteinte rectale	Constante	Environ 20 %
Epaisseur de l'atteinte pariétale	Essentiellement muqueuse	Trans-murale
Granulome	Absent	Caractéristique
Complications		
Sténoses	Rares et tardives	Fréquentes et souvent multiples
Fistules	Très rares	Fréquentes
Lésions anales et péri-anales	Rares	Fréquentes
Mégacôlon toxique	Relativement fréquent	Rare
Transformation maligne	Haut risque	Risque moins important

Imagerie des maladies inflammatoires du tube digestif

Bien que le diagnostic des maladies inflammatoires du tube digestif soit affirmé par la biopsie et l'histologie, l'imagerie joue un rôle important.

Abdomen sans préparation (ASP)

Il a pour seule indication la recherche de mégacôlon toxique (dilatation importante du côlon) qui s'observe dans les tableaux aigus et sévères de colite inflammatoire, essentiellement dans la RCH ; cette colectasie est importante à reconnaître, car elle indique que le risque de perforation colique est important (Fig. 1). Le patient est à haut risque de perforation quand le diamètre du côlon transverse excède 5,5 cm : cette constatation peut faire pratiquer une colectomie en urgence.

Opacifications digestives

En l'absence de colectasie, le lavement opaque est actuellement remplacé par la coloscopie dans le diagnostic et le bilan d'extension des colites inflammatoires.

L'étude endoscopique du grêle, de même que la vidéo-capsule (ingestion par le patient d'une mini-caméra en forme de capsule, qui permet de filmer la lumière du tube digestif) étant peu disponibles, les indications du transit du grêle persistent dans la maladie de Crohn. Les ulcérations (Fig. 2), les épaississements des plis, les sténoses (Fig. 3) et les fistules sont bien détectés par cet examen.

La RCH comporte un risque élevé de cancer colique (voir p. 66), surtout si elle est connue depuis plusieurs années. La maladie de Crohn comporte un risque additionnel de cancer du grêle.

Dans les cas où un lavement opaque est indiqué et qu'il existe un risque de perforation colique, la baryte est contre-indiquée en raison de sa toxicité péritonéale ; on demandera alors un lavement aux hydrosolubles.

Échographie

L'épaississement pariétal (Fig. 4), l'inflammation du mésentère, les collections intra-abdominales et même les fistulations peuvent être visibles en échographie. Cet examen non irradiant est appréciable chez ces sujets jeunes qui peuvent présenter de nombreuses poussées.

TDM

La TDM avec injection de produit de contraste peut détecter l'épaississement des parois digestives et les collections intra-abdominales qui peuvent être drainées par

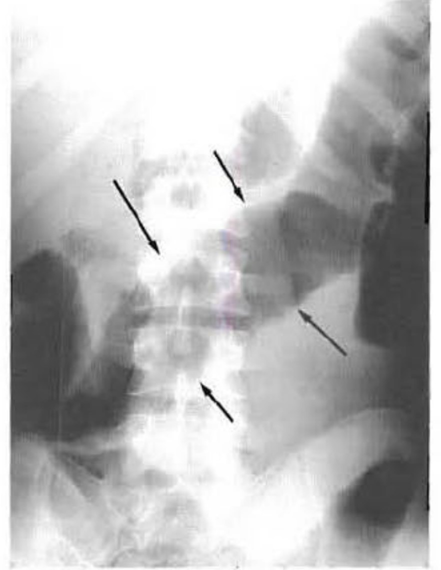


Fig. 1. Cet abdomen sans préparation montre un mégacôlon toxique colique (flèches) due à une colite sévère.

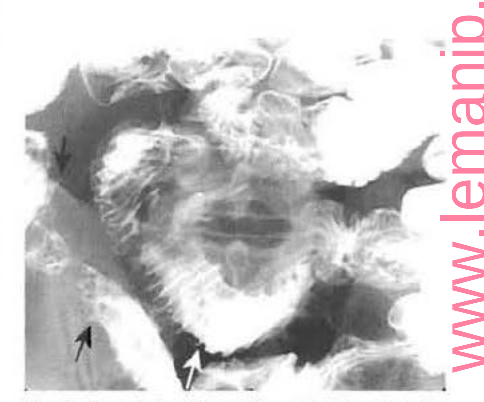


Fig. 2. Transit du grêle : petites ulcérations du grêle (flèches) liées à une maladie de Crohn.

Fig. 3. Transit du grêle : sténose longue du grêle (flèches) secondaire à une maladie de Crohn.

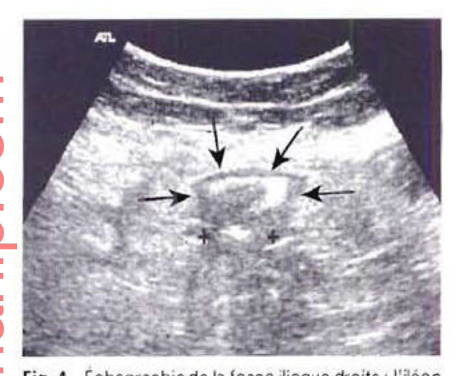


Fig. 4. Échographie de la fosse iliaque droite : l'iléon terminal a des parois épaissies, sur cette coupe transversale, (flèches) chez ce patient présentant une maladie de Crohn ; noter un petit abcès (croix).

voie percutanée ou chirurgicale (Fig. 5). La TDM a également un rôle pour mettre en évidence les fistules, particulièrement vésicales. Les adénomégalies et l'hypertrophie de la graisse mésentérique peuvent également s'observer en TDM.

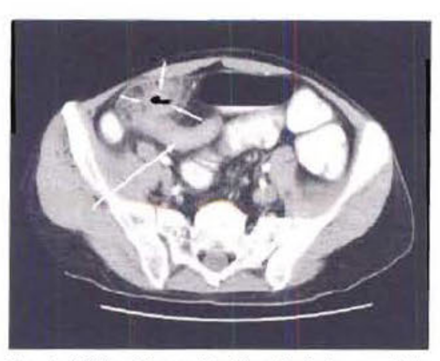


Fig. 5. TDM pelvienne injectée : épaississement de l'iléon terminal (longue flèche), avec un petit abcès (petites flèches), secondaires à une maladie de Crohn.

IRM

Comme la TDM, l'IRM montre bien l'épaississement de la paroi digestive, et a un rôle dans la détection des fistules et des collections, particulièrement chez les jeunes patients chez qui l'on préfère une exploration non irradiante. L'IRM a un rôle primordial dans l'imagerie des fistules et des abcès péri-anals fréquents dans la maladie de Crohn. Elle peut révéler des fistules ou des abcès infracliniques ; de plus, elle évalue leur extension en préopératoire (Fig. 6).

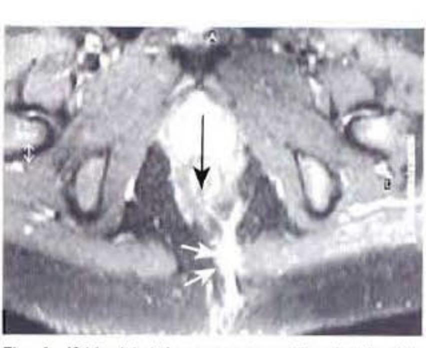


Fig. 6. IRM périnéale en coupe axiale : fistule (flèches courtes) provenant du canal anal (flèche longue).

Scintigraphie

Une fois le diagnostic de maladie inflammatoire du tube digestif établi, la scintigraphie aux leucocytes marqués peut être très utile pour évaluer l'étendue et l'activité de la maladie, particulièrement en réponse au traitement. Les segments atteints du tube digestif seront le siège d'une hyperfixation.

Pathologie inflammatoire du tube digestif

- La maladie de Crohn est une pathologie inflammatoire transmurale discontinue du tube digestif
- La rectocolite hémorragique (RCH) est une pathologie inflammatoire muqueuse continue du côlon, atteignant toujours le rectum
- Le mégacôlon toxique comporte un haut risque de perforation ; son diagnostic est fait sur l'abdomen sans préparation
- Le lavement opaque est remplacé par la coloscopie (en dehors de la colectasie)
- Le transit du grêle montre les lésions typiques de la maladie de Crohn (ulcérations, épaississement des plis, sténoses et fistules)
- La TDM et l'IRM (non irradiante) sont plus fiables pour détecter les complications extraluminales (abcès, fistules, adénomégalies, hypertrophie graisseuse)
- L'IRM est supérieure à l'examen clinique dans l'évaluation des fistules péri-anales compliquant la maladie de Crohn

Tumeurs abdominales et lymphome

Les chapitres précédents ont décrit l'aspect des tumeurs abdominales développées aux dépens du foie, du pancréas et du côlon. Ce chapitre concerne les tumeurs abdominales qui ne proviennent pas directement des viscères pleins.

Métastases

La carcinose péritonéale est définie par l'existence de métastases siégeant dans le péritoine ; le cancer primitif peut être situé soit dans la cavité abdomino-pelvienne (exemple cancer de l'ovaire, du côlon, du pancréas ou de l'estomac) soit en dehors (particulièrement cancer broncho-pulmonaire, du sein et mélanome).

Les métastases peuvent siéger dans le mésentère et dans l'épiploon (donnant souvent naissance à un épanchement péritonéal), au contact de la séreuse du tube digestif (pouvant entraîner une occlusion) ou autour du foie et de la rate.

Enfin les nodules de carcinose peuvent s'observer dans le cul de sac de Douglas.

Si l'échographie est fiable dans l'examen des viscères pleins et dans la détection d'ascite, elle est peu sensible dans la détection des pathologies péritonéales. La TDM injectée et l'IRM sont toutes deux sensibles dans le diagnostic de carcinose péritonéale (Fig. 1) ou de récidive locale de cancer (Fig. 2) et sont également fiables pour juger de l'efficacité du traitement.

Tumeurs stromales

L'abdomen contient des tissus dérivés des trois couches embryonnaires (ectoderme, mésoderme et endoderme) ; ainsi, de nombreuses variétés de tumeurs stromales peuvent survenir dans la cavité abdominale.

La plupart de ces tumeurs sont sarcomateuses (léiomyosarcome et rhabdomyosarcome) et ont l'aspect de masse tissulaire non spécifique à la fois en TDM et en IRM. Cependant, le liposarcome a un aspect caractéristique, qui permet d'évoquer le diagnostic en TDM et en IRM : la tumeur contient en effet de la graisse, qui est facilement identifiée sur ces deux types d'imagerie (Fig. 3) ; elle contient également un contingent tissulaire, réalisant un aspect hétérogène. La TDM, comme l'IRM, sont utiles pour détecter une récidive tumorale après résection chirurgicale.

Tumeurs desmoïdes

Ces tumeurs rares sont souvent associées à une polypose adénomateuse familiale (voir p. 66) et sont aggravées par la chirurgie abdominale (colectomie destinée à prévenir la dégénérescence des adénomes multiples en cancer du côlon). Bien qu'il s'agisse de tumeurs mésenchymateuses bénignes se développant dans le mésentère, elles sont localement agressives et ont tendance à entourer et comprimer les structures voisines, le plus souvent l'intestin grêle et les vaisseaux mésentériques. Ceci peut conduire à une occlusion du grêle ou à l'inopérabilité de ces tumeurs en raison de la proximité de structures vitales ; elles engagent donc le pronostic vital. L'échographie peut déceler des tumeurs desmoïdes, mais elle est gênée par les gaz digestifs. La TDM, comme l'IRM, sont beaucoup plus fiables, particulièrement dans le bilan d'extension locale de ces tumeurs ; chez les patients jeunes, l'IRM est généralement préférée afin d'éviter une irradiation (Fig. 4).

Lymphome

Le lymphome abdominal correspond le plus souvent à un lymphome systémique ; plus rarement, il s'agit d'un lymphome primitif du tube digestif. La plupart des lymphomes abdominaux sont non Hodgkiniens.

Le lymphome primitif du tube digestif atteint le plus souvent l'estomac (Fig. 5), mais peut également concerner l'intestin grêle et le côlon. Son aspect sur les opacifications barytées est varié, car la tumeur peut être polypoïde, ulcérée ou infiltrante, conduisant à des sténoses (Fig. 6).

La TDM montre non seulement l'épaississement pathologique du tube digestif, mais permet le bilan d'extension locorégionale et des éventuelles adénomégalies associées. Ce bilan d'extension permet de poser les indications thérapeutiques (chirurgie ou chimiothérapie première).

Lorsqu'il s'agit d'un lymphome généralisé, l'imagerie a un rôle important dans la classification, afin de guider le traitement et de suivre son efficacité. Les lymphomes abdominaux siègent souvent dans le foie et la rate, qui apparaissent hypertrophiés de façon homogène, à la fois en échographie et en TDM. La TDM est plus fiable que l'échographie pour la détection d'adénomégalies abdominales et pelviennes, car elle n'est pas gênée par les gaz digestifs.

Pour cette raison, la TDM est l'examen le plus souvent utilisé dans les bilans d'extension de lymphomes abdominaux. Quand une biopsie percutanée est nécessaire, elle peut se faire sous contrôle écho ou tomodensitométrique.

Récemment, la tomographie par émission de positrons (TEP) a montré son rôle important dans l'imagerie des cancers et du lymphome. Un analogue du glucose, fixé

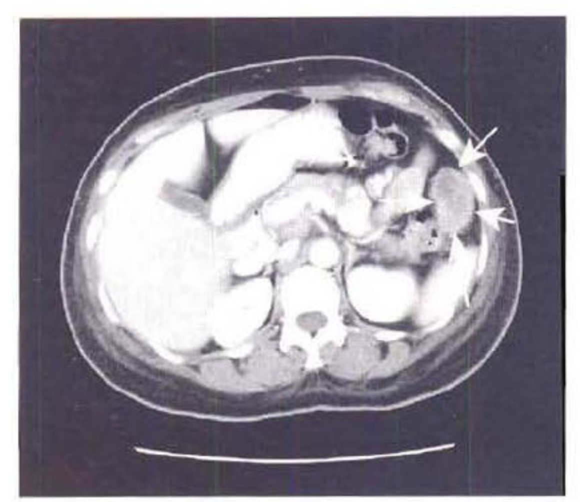


Fig. 1. TDM abdominale après injection intraveineuse de contraste : masse péritonéale hypervascularisée (flèches) correspondant à une métastase de cancer de l'ovaire.

Fig. 2. TDM pelvienne après injection de produit de contraste intraveineux : masse (flèches) accolée à la paroi latérale droite du pelvis, contenant une calcification centrale (tête de flèche). La biopsie a montré qu'il s'agissait d'une récidive de cancer du rectum.

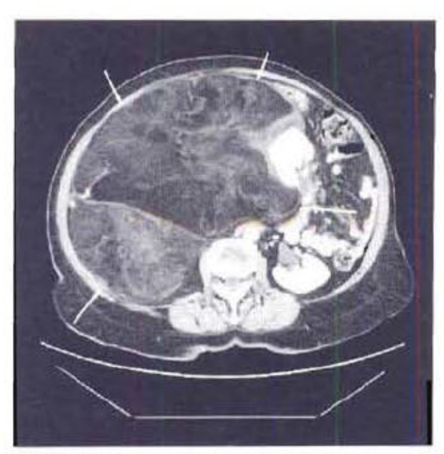


Fig. 3. TDM abdominale après injection intraveineuse de produit de contraste : volumineuse masse graisseuse, hétérogène (flèches), typique d'un liposarcome.

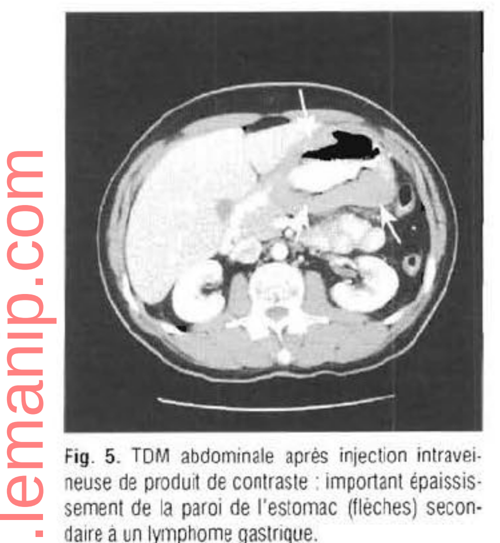


Fig. 5. TDM abdominale après injection intraveineuse de produit de contraste : important épaississement de la paroi de l'estomac (flèches) secondaire à un lymphome gastrique.

Fig. 6. Transit du grêle : anse grêle déformée et irrégulière correspondant à un lymphome (flèches). Noter la présence d'une image d'addition remplie de produit de contraste, liée à la formation d'une cavité.

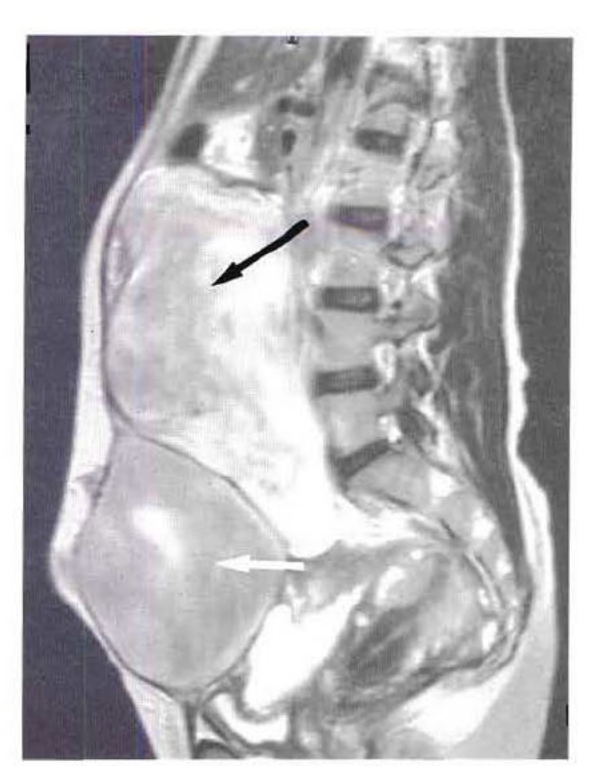


Fig. 4. IRM abdomino-pelvienne en coupe sagittale chez un patient présentant une polypose adénomateuse familiale : volumineuse tumeur desmoïde (flèche noire) visible au dessus de la vessie (flèche blanche).

à un isotope émettant des positrons (le [18] 2-fluoro-deoxyglucose), est injecté au patient et s'accumule dans les lésions qui captent le glucose de façon intensive, particulièrement par les tumeurs et les processus infectieux. Cet examen est le plus souvent couplé à une TDM qui améliore la localisation morphologique et sa spécificité. Des études ont montré que la TEP couplée à la TDM était plus sensible que la TDM ou l'IRM seules pour détecter de petites tumeurs viables, guidant ainsi le traitement.

Remerciements

Nous remercions le Pr C.I. Bartram et le Dr V. Goh de nous avoir fourni la majorité des clichés de ce chapitre.

Tumeurs abdominales et lymphome

- Les pathologies malignes intra-abdominales sont le plus souvent métastatiques et sont détectées au mieux par la TDM
- Les tumeurs stromales sont rares et n'ont pas d'aspect spécifique en imagerie, bien que le liposarcome ait un aspect caractéristique en TDM et en IRM (contingent graisseux)
- Les tumeurs desmoïdes sont associées à la polypose adénomateuse familiale et sont localement agressives. La TDM et l'IRM sont les investigations de choix
- Le lymphome primitif du tube digestif doit faire demander une TDM pour apprécier l'extension extraluminale et à distance
- La plupart des lymphomes abdominaux ne sont pas primitifs et s'observent dans le cadre d'un lymphome généralisé ; la TDM a un rôle primordial dans la classification et le suivi du traitement

www.lemanip.com

Partie 4

Appareil urogénital

Techniques d'imagerie utilisées dans l'exploration de la pathologie urinaire 1

En pratique, les patients se présentent avec une liste de symptômes : le clinicien et le radiologue, afin d'éliminer les diagnostics différentiels, doivent planifier une série d'explorations qui doivent conduire au diagnostic avec le maximum de fiabilité et le minimum de coût (Tableau 1).

Abdomen sans préparation (ASP)

L'abdomen sans préparation (ASP) inclut les aires rénales, les uretères et la vessie et doit montrer la symphyse pubienne afin de ne pas méconnaître d'éventuelles calcifications de l'urètre postérieur.

L'ASP est utile pour détecter des calculs qui peuvent être à l'origine de douleur, de syndrome obstructif, d'hématurie ou d'infection (Fig. 1).

Cet ASP permet également de détecter des pathologies vertébrales (Fig. 2) ; un spina bifida peut entraîner une vessie neurologique. Des métastases de cancer de prostate ou du rein peuvent aussi être visibles. Les contours du rein et de la vessie sont bien vus car ils sont entourés de graisse de densité différente.

Échographie des reins et du pelvis

Les reins peuvent être de petite taille dans une insuffisance rénale chronique (Fig. 3). Un syndrome obstructif peut entraîner une dilatation de l'arbre urinaire, bien visible en échographie (Fig. 4). L'échographie est fiable pour distinguer la nature liquide ou tissulaire d'une masse. Les kystes contenant du liquide ne produisent pas d'artéfacts en échographie et sont donc anéchogènes (« noirs »), sans écho interne, et avec un renforcement postérieur lié à l'absence d'absorption du faisceau d'ultrasons (Fig. 5). Les tumeurs, de nature tissulaire,

Fig. 1. (A) Abdomen sans préparation (ASP). Calcul coralliforme se projetant sur l'aire rénale gauche. (B) Urographie intraveineuse (UIV). L'injection intraveineuse de produit de contraste permet d'opacifier les cavités excrétrices qui font disparaître le calcul car il est de même densité.

Fig. 2. Abdomen sans préparation (ASP). Volumineux calculs coralliformes bilatéraux : le patient présentait également une spondylarthrite ankylosante (fusion vertébrale, des sacro-iliaques et des hanches).

Tableau 1. **Exploration radiologique des pathologies fréquentes de l'arbre urinaire**

Pathologie	Technique d'imagerie
Congénital	
Syndrome obstructif	Échographie
Traumatisme	
Lésions rénales	TDM
Infection	
Tuberculose	UIV
Tumeur	
Bénigne (kyste)	Échographie/TDM
Maligne	TDM/IRM
Métabolique	
Calculs	ASP, échographie/TDM (rarement UIV)

Fig. 3. Échographie montrant un rein de petite taille avec un parenchyme atrophié à son pôle inférieur (tête de flèche).

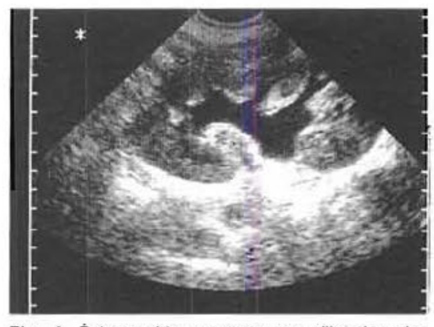


Fig. 4. Échographie montrant une dilatation des cavités pyélocalicielles secondaires à un obstacle.

Fig. 5. Échographie d'un kyste rénal banal du pôle inférieur du rein droit : le kyste est anéchogène, avec des parois invisibles car très fines ; il émet un renforcement postérieur.

contiennent des échos internes : elles sont hypo ou hyperéchogènes par rapport au rein normal.

Tomodensitométrie (TDM)

Cette technique nécessite l'injection intraveineuse de produit de contraste iodé. À partir des coupes axiales natives, des reconstructions sont possibles dans tous les plans (Fig. 6). La TDM est excellente pour détailler l'anatomie ; elle est particulièrement utile pour détecter des tumeurs rénales, ainsi que d'autres lésions rétropéritonéales affectant les reins et pouvant causer un syndrome obstructif. Rappelons qu'il s'agit d'une technique délivrant une irradiation. L'uroTDM est défini par une TDM suivie immédiatement d'une urographie intraveineuse (UIV ; soit classique, soit par reconstruction informatique sur les clichés tardifs de la TDM).

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

Cette technique permet l'obtention de coupes dans tous les plans de l'espace, sans aucune irradiation. Les détails anatomiques ne sont pas aussi bien vus qu'en TDM ; cependant, sa résolution en contraste est excellente, mais cette technique est plutôt onéreuse (450 € versus 150 € pour la TDM).

Angio-IRM

Cette technique se développe de plus en plus et permet d'analyser la vascularisation des reins, remplaçant donc l'artériographie. L'anatomie vasculaire est de bonne qualité.

Artériographie

Cette technique était la plus fiable pour montrer les anomalies vasculaires rénales, mais elle est actuellement remplacée par l'angioscanner et l'angio-IRM (Fig. 7). Elle nécessite l'introduction d'un cathéter fin dans l'artère fémorale et le cathétérisme sélectif de l'artère rénale. Les vaisseaux rénaux sont analysés avec beaucoup de finesse. Cette méthode est encore utilisée en radiologie interventionnelle, pour emboliser un saignement d'origine traumatique par exemple.

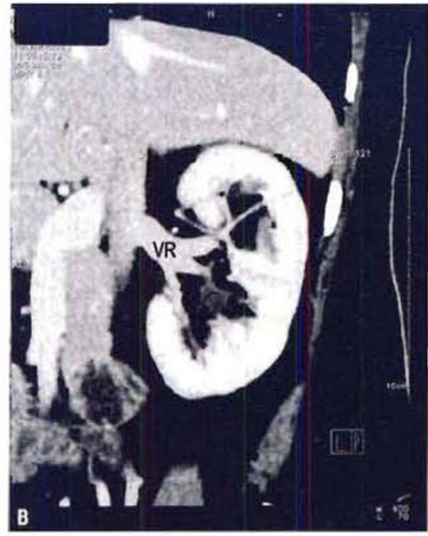


Fig. 6. Tomodensitométrie (TDM). (A) La reconstruction TDM du rein droit dans le plan coronal montre le rehaussement du parenchyme rénal immédiatement après injection de produit de contraste. La médullaire entourant les papilles prend le contraste ; le produit de contraste n'a pas encore opacifié le bassinet. (B) Une reconstruction en oblique du rein montre la veine rénale (VR).

UroIRM

Cette technique non irradiante visualise l'arbre excréteur en coupes coronales ; il s'agit cependant d'une méthode coûteuse (Fig. 8).

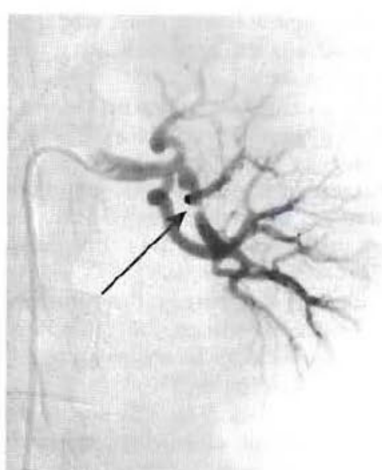


Fig. 7. Artériographie rénale gauche sélective montrant une sténose courte de la branche polaire inférieure (flèche).

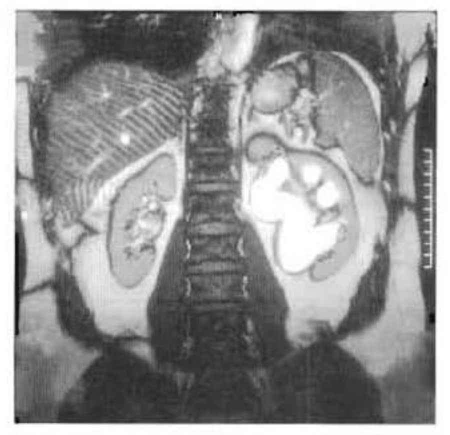


Fig. 8. Urographie par IRM montrant une dilatation des cavités pyélocalicielles gauches liée à un obstacle à la jonction pyélo-urétérale.

Exploration des pathologies urinaires 1

- Abdomen sans préparation (ASP)
- Échographie
- Urographie intraveineuse (UIV) de plus en plus rarement
- Tomodensitométrie (TDM)
- Imagerie par résonance magnétique (IRM)
- Scintigraphie

Techniques d'imagerie utilisées dans l'exploration de la pathologie urinaire 2 ; radiologie interventionnelle

Urographie intraveineuse (UIV)

D'une manière générale, l'UIV est de moins en moins utilisée, et souvent remplacée, quand elle est nécessaire, par l'uro-TDM chez l'adulte.

L'UIV nécessite une injection intraveineuse de produit de contraste iodé, qui est sélectivement excrété par les reins. Le parenchyme rénal se rehausse entre 1 et 2 min après l'injection ; après 3 à 4 min, les cavités pyélocalicielles sont opacifiées, puis les uretères et la vessie. L'UIV est très performante pour analyser l'anatomie de l'arbre urinaire ; elle est particulièrement sensible pour détecter les anomalies pyélocalicielles ou urétérales (Fig. 1A).

Les tomographies (Fig. 1B) sont pratiquement abandonnées, car elles sont remplacées par l'imagerie en coupe (échographie ou TDM).

Pour améliorer le remplissage et la concentration de produit de contraste dans les cavités excrétrices, on peut augmenter la quantité de produit de contraste injecté et/ou appliquer une compression abdominale pour comprimer les uretères dans leur segment pelvien (Fig. 2). Quelques heures après les premiers clichés, trois clichés sont réalisés : le cliché pré-mictionnel (vessie pleine), le cliché per-mictionnel (qui analyse l'urètre) et le cliché post-mictionnel (après avoir demandé au patient d'uriner).

Fig. 3. Urographie intraveineuse. Clichés à 30 min montrant une malrotation d'un rein droit pelvien (anomalie congénitale de découverte fortuite).

L'UIV est utile pour analyser les anomalies congénitales (Fig. 3). Elle est détrônée par l'échographie et la TDM pour analyser les masses rénales, bien qu'elle puisse montrer un refoulement, voire une amputation des cavités excrétrices au contact des tumeurs. Elle est parfois utile dans les syndromes obstructifs (Fig. 4), et surtout dans le bilan des hématuries à la recherche de tumeur du haut appareil.

Le patient doit avoir une fonction rénale normale pour bénéficier d'une UIV (le produit de contraste est néphrotoxique) : une insuffisance rénale est le plus souvent une contre-indication à l'UIV.

Fig. 4. Urographie intraveineuse (UIV). Cliché réalisé à la 30^{e} min, avec une duplication bilatérale pyélo-urétérale (anomalie congénitale). Présence d'une urétérocèle gauche peu obstructive, située sur l'uretère provenant du pyélon supérieur (dilatation de la partie terminale intramurale de l'uretère gauche au niveau du méat (flèche), responsable d'une dilatation de l'uretère pelvien en amont.

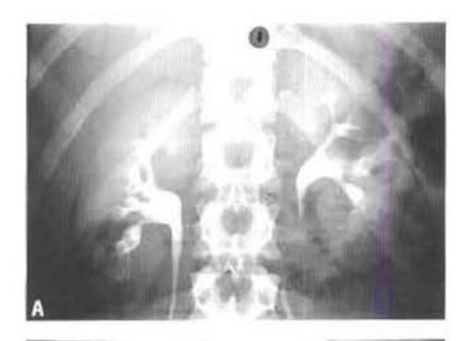


Fig. 1. Urographie intraveineuse (UIV). (A) Cliché réalisé 10 min après l'injection de produit de contraste intraveineux : anatomie pyélocalicielle normale. (B) La tomographie conventionnelle évite les superpositions gazeuses digestives ; cette technique est détrônée par l'imagerie en coupe (échographie, TDM).

Fig. 2. Urographie intraveineuse (UIV). (A) Les cavités pyélocalicielles ne sont pas assez bien remplies et donc ininterprétables, avec un doute sur des lacunes. (B) Après réinjection d'une dose supplémentaire de produit de contraste et compression abdominale, les cavités sont bien remplies et normales.

Cystographie et urétrocystographie rétrograde

Chez la femme, la cystographie consiste en l'opacification vésicale après mise en place d'une sonde urinaire (en prenant toutes les précautions d'asepsie). Le cliché prémictionnel est suivi d'un cliché permictionnel et postmictionnel.

Chez l'homme, deux techniques peuvent être utilisées : la première est l'urétrocystographie rétrograde, avec opacification rétrograde de l'urètre par l'intermédiaire d'une petite sonde dont le ballonnet est gonflé dans la fossette naviculaire (1 cm en amont du méat urétral) ; la vessie est ainsi également remplie de produit de contraste par voie rétrograde. La deuxième technique, appelée cystographie sus-pubienne, consiste en la ponction de la vessie pleine à l'aide d'un cathéter sus-pubien, suivie de l'opacification directe de la vessie (cette technique évite les risques du sondage chez l'homme, en particulier ceux de fausse route urétrale). Quelle que soit la technique, des clichés prémictionnels, puis per- et postmictionnels sont réalisés.

Ces techniques d'opacification rétrograde ont deux indications : recherche de reflux vésico-urétéral et analyse très précise de l'urètre : pour l'analyse de l'urètre, elle est de plus en plus remplacée par l'urétroscopie.

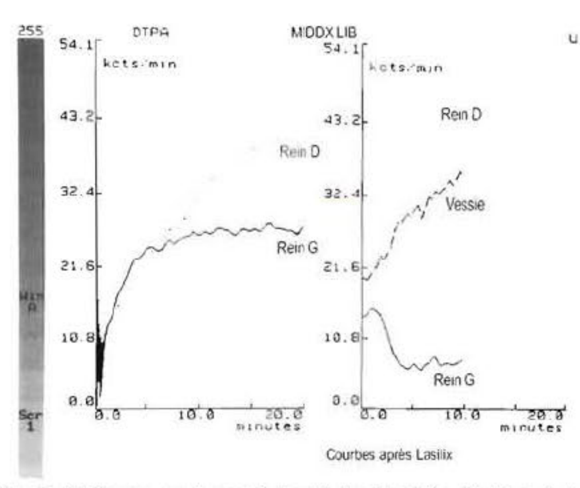


Fig. 5. Scintigraphie au DTPA avec syndrome obstructif du rein droit : l'isotope n'est pas éliminé après administration de Lasilix®.

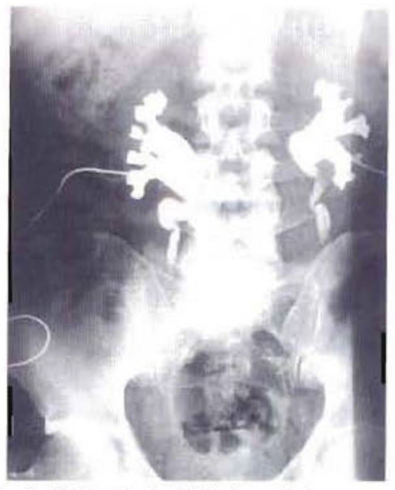


Fig. 8. Néphrostomie bilatérale motivée pour une obstruction urétérale bilatérale secondaire à une fibrose rétro-péritonéale.

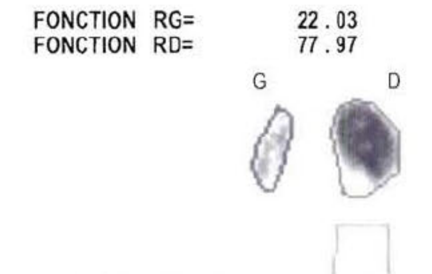


Fig. 6. Scintigraphie au DMSA : vue postérieure. Le rein droit (RD) a une fonction de 78 % alors que le rein gauche (RG) n'a qu'une fonction de 22 %.

Scintigraphie

Différentes techniques, montrant à la fois l'anatomie et la fonction rénale, sont disponibles. L'analyse fonctionnelle peut être totale ou sélective (rein droit et rein gauche). Différents isotopes sont utilisés.

Scintigraphie au DTPA : cette technique utilise un isotope qui est filtré ; elle est donc utilisée dans les syndromes obstructifs. Après administration de diurétiques, l'isotope stagne dans le rein qui est le siège d'une obstruction (Fig. 5).

Scintigraphie au DMSA : cette technique utilise la fonction tubulaire : elle est donc utilisée pour analyser la fonction rénale (Fig. 6).

Scintigraphie au MAG3 : cette technique analyse aussi bien la fonction tubulaire que les obstructions (voir figure 2, p. 84).

Radiologie interventionnelle

Néphrostomie percutanée

Cette technique peut être extrêmement utile pour le patient. Par exemple, un malade ayant un rein unique, et qui présente un syndrome obstructif secondaire à un calcul bloqué dans l'uretère, avec une insuffisance rénale aiguë, une lombalgie aiguë et une pyonéphrose, doit bénéficier d'une décompression des voies excrétrices en urgence ; celle-ci va lui permettre de

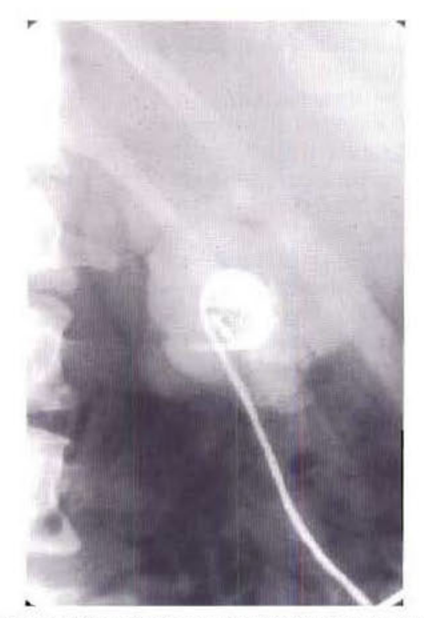


Fig. 7. Néphrostomie percutanée indiquée pour une pyonéphrose d'origine obstructive. Un cathéter en queue de cochon est mis en place dans le bassinet, partiellement opacifié par du produit de contraste.

récupérer une fonction rénale normale et de lui éviter une septicémie grave.

La néphrostomie s'effectue sous contrôle échographique et scopique ; un calice dilaté est ainsi ponctionné par voie percutanée à l'aide d'une aiguille. Un guide est passé à travers l'aiguille et un cathéter en queue de cochon avec de multiples trous latéraux est avancé sur ce guide jusque dans le bassinet (Fig. 7) puis suturé à la peau afin d'assurer un drainage externe (technique proche de celle utilisée pour les artériographies).

Un prélèvement d'urine est envoyé dans le laboratoire de bactériologie et une couverture antibiotique est prescrite.

Une fois les cavités excrétrices drainées de cette façon, la fonction rénale généralement revient rapidement à la normale, à moins que l'obstruction ne soit ancienne ou qu'il y ait une infection associée. Au bout de un ou deux jours, une opacification du drain de néphrostomie est pratiquée pour identifier le niveau et éventuellement la cause de l'obstacle (Fig. 8). Les néphrostomies percutanées sont également indiquées pour les obstructions secondaires à des cancers, soit en préopératoire, soit dans un contexte oncologique. Elles sont également utilisées pour mettre en place une prothèse urétérale au niveau de l'obstruction, ce qui permet un drainage interne, nettement préférable à une néphrostomie à long terme.

Exploration des pathologies urinaires 2 ; radiologie

Urographie intraveineuse (UIV)
- L'abdomen sans préparation (ASP), qui précède l'UIV, montre les calculs radio-opaques et d'éventuelles anomalies vertébrales
- L'UIV a un coût faible et elle est largement disponible, mais est peu utilisée actuellement
- L'UIV est fiable pour les pathologies pyélocalicielles et urétérales (tumeurs urothéliales)
- L'UIV affirme le siège d'un obstacle
- Pour la vessie et la prostate, elle est détrônée par l'échographie le plus souvent
- Le cliché permictionnel analyse les lésions de l'urètre (moins bien que l'urétroscopie)
- Le cliché post-mictionnel recherche un résidu post-mictionnel (l'échographie aussi)

Échographie
- Pas d'irradiation
- Peu coûteuse
- Indolore
- Différencie bien les lésions liquides (kystes) des lésions tissulaires (tumeurs solides)
- Détecte bien les tumeurs de vessie (mais moins bien que la cystoscopie)
- Est indiquée en première intention pour faire le bilan d'un syndrome obstructif

Insuffisance rénale

Il existe deux types très différents d'insuffisance rénale : l'insuffisance rénale aiguë et chronique ; leur diagnostic et leur prise en charge est radicalement différente.

Insuffisance rénale aiguë ou chronique ?

Une insuffisance rénale aiguë peut survenir d'emblée ou sur une insuffisance rénale chronique. L'examen du patient et les examens biologiques vont affirmer l'insuffisance rénale, mais la question à laquelle l'imagerie doit répondre concerne la taille des reins : une taille normale s'observe dans l'insuffisance rénale aiguë, alors qu'un rein de petite taille montre que l'insuffisance rénale aiguë survient sur une insuffisance rénale chronique. Lorsque l'insuffisance rénale aiguë ne survient pas sur une pathologie rénale chronique, le traitement doit être réalisé en urgence car ces patients peuvent retrouver une fonction rénale normale.

Les stratégies d'imagerie doivent répondre à deux questions :

1. Quelle est la taille des reins ?
2. Existe-t-il un syndrome obstructif ?

Insuffisance rénale aiguë

Les causes en sont résumées dans l'encadré 1.

L'insuffisance rénale aiguë peut être :

- prérénale, secondaire à un hypodébit avec diminution de perfusion des reins, par exemple dans un contexte hémorragique ;
- intrinsèque, comme dans une tubulopathie aiguë ;
- postrénale, secondaire à un syndrome obstructif, par exemple lié à un calcul bloqué dans l'uretère d'un rein unique.

Encadré 1. **Causes d'insuffisance rénale aiguë**

Hypo-perfusion rénale
- Traumatisme
- Chirurgie
- Choc septique
- Hémorragie
- Brûlure
- Déshydratation

Néphropathies vasculaires aiguës
- Occlusion aiguë de l'artère rénale
- Sténose de l'artère rénale

Myoglobinurie
- Rhabdomyolyse
- Éthylisme
- Crush syndrome
- Épilepsie

Néphropathies tubulaires aiguës par intoxication
- Médicamenteuses
- Produits de contraste iodé

Trauma rénal direct

Obstruction de l'arbre urinaire
- Tumeurs
- Calculs

Pathologies hématologiques
- Purpura thrombocytopénique idiopathique
- Réaction transfusionnelle
- Autre désordres hémolytiques
- Hypertension maligne
- Hématome rétroplacentaire

Désordres auto-immuns
- Sclérodermie

Syndrome hémolytique urémique

Le clinicien doit s'efforcer de détecter et de traiter en urgence une cause prérénale alors que le radiologiste doit détecter ou exclure en urgence un syndrome obstructif.

Avant l'ère de la dialyse, un patient présentant une insuffisance rénale aiguë avait une espérance de vie de une à deux semaines, quelle que soit sa cause. Maintenant que la dialyse en urgence est disponible, se pose une autre question diagnostique : l'insuffisance rénale est-elle ou non réversible ?

Fig. 1. Échographie d'une dilatation pyélocalicielle marquée avec un amincissement du parenchyme, prouvant que l'insuffisance rénale est ancienne. Comparer à la figure 4 p. 80.

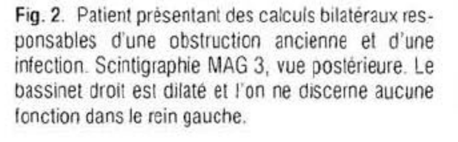


Fig. 2. Patient présentant des calculs bilatéraux responsables d'une obstruction ancienne et d'une infection. Scintigraphie MAG 3, vue postérieure. Le bassinet droit est dilaté et l'on ne discerne aucune fonction dans le rein gauche.

Explorations radiologiques

Abdomen sans préparation (ASP)

Il doit inclure les aires rénales, les uretères et la vessie afin de rechercher des calculs radio-opaques. L'ASP est cependant peut fiable pour ce diagnostic car peu sensible (calculs radiotransparents ou radio-opaques, mais de petite taille) et peu spécifique (phlébolithes pelviens ou autres calcifications se projetant sur l'appareil urinaire).

Échographie

Elle donne une réponse aisée, rapide et fiable aux deux questions (taille et syndrome obstructif) dans la majorité des cas (Fig. 1). Malheureusement, lorsque l'obstruction est récente, les cavités peuvent ne pas être encore dilatées ou de façon minime. Chez les patients très obèses, il peut être difficile d'analyser les reins.

L'échographie détecte généralement les calculs rénaux, ainsi que ceux qui sont situés à la jonction urétéro-vésicale : les calculs urétéraux ne sont généralement pas vus en raison de la superposition de gaz digestifs.

Scintigraphie

La scintigraphie est le meilleur examen pour évaluer la fonction rénale ; elle peut différencier la fonction de chaque rein. Elle est également utile pour suivre l'évolution de ces patients (Fig. 2).

Tomodensitométrie

Elle est rarement indiquée dans l'insuffisance rénale aiguë.

Néphrostomie en urgence

Dans l'insuffisance rénale aiguë, elle est indiquée dans les cas suivants :

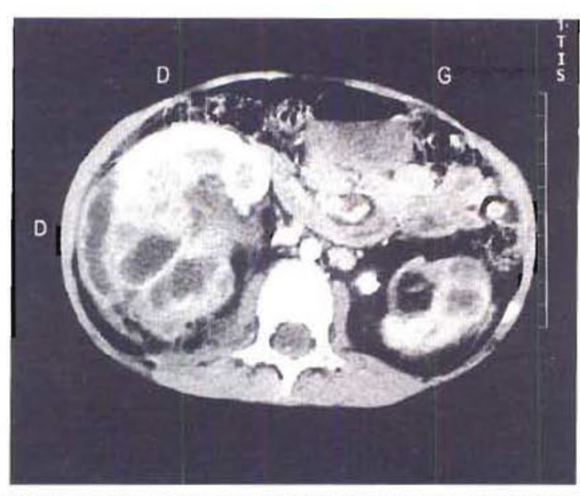


Fig. 3. Tomodensitométrie du même patient que celui de la figure 2, après injection intraveineuse de produit de contraste. Le rein droit est très peu fonctionnel ; seule la partie antérieure du parenchyme est perfusée et se rehausse après contraste. Les cavités pyélocalicielles droites sont dilatées, alors que le rein gauche est hypotrophié, avec des calculs intracaliciels et d'autres bloquant la jonction pyélo-urétérale.

Encadré 2. **Causes d'insuffisance rénale chronique**

- Diabète
- Hypertension
- Glomérulopathies
- Pyélonéphrite
- Polykystose rénale
- Syndrome d'Alport
- Néphropathie de reflux
- Néphropathie obstructive
- Calculs rénaux et infection
- Néphropathie par abus d'analgésiques
- Amylose
- Myélome

- dilatation des cavités urinaires en échographie ;
- hyperkaliémie avec répercussion cardiaque ;
- aggravation du taux de créatininémie ;
- fièvre et hyperleucocytose.

La néphrostomie peut être retardée pour cause de dialyse, à l'exception des cas où le malade est infecté (pyonéphrose).

Insuffisance rénale chronique

Les causes en sont résumées dans l'encadré 2.

Elle peut être due à une cause rénale intrinsèque, comme une insuffisance rénale terminale secondaire à une néphropathie de reflux. Cependant, dans une insuffisance rénale chronique, s'il existe un syndrome obstructif, il faut le traiter afin de prévenir une détérioration ultérieure de la fonction rénale.

Explorations radiologiques

Échographie

Elle est utilisée pour apprécier la taille des reins, l'épaisseur du parenchyme et une éventuelle obstruction (Fig. 1).

Tomodensitométrie

Elle est extrêmement utile pour analyser l'anatomie en coupe du rétropéritoine et ainsi détecter une éventuelle cause extrinsèque d'obstruction chronique, comme une fibrose rétropéritonéale ou une cause tumorale (Fig. 3).

Scintigraphie

Elle est très importante dans le suivi de ces patients afin d'apprécier une modification de la fonction rénale et le pronostic pendant le traitement.

Insuffisance rénale

Aiguë
- Abdomen sans préparation (ASP) pour rechercher des calculs radio-opaques
- Échographie : facile, immédiate et fiable, mais peut être difficile chez les patients obèses et quand l'obstacle est extrêmement récent
- Scintigraphie : analyse la fonction rénale

Chronique
- L'échographie évalue la taille des reins et recherche un obstacle
- La TDM est utile pour détecter une cause extrinsèque à l'obstacle
- La scintigraphie évalue le traitement et le pronostic

Hématurie 1

L'hématurie concerne 10 % de la population générale. Les signes et les symptômes qui peuvent nous aider à trouver sa cause sont les suivants :

- douleurs lombaires (trauma rénal, infection, calcul ou tumeur) ;
- fièvre (pyélonéphrite ou cystite) ;
- dysurie, résidu postmictionnel (obstruction du bas appareil urinaire, hyperplasie bénigne ou tumeur de prostate) ;
- impériosité mictionnelle, douleur ou pollakiurie (cancer vésical).

Toute hématurie macro ou microscopique persistante sans protéinurie doit être explorée radiologiquement. Lorsque la cause est évidente (sonde urinaire, cystite), aucune exploration d'imagerie n'est utile, mais il faut vérifier l'absence d'hématurie au décours de l'évènement.

Les causes de l'hématurie sont nombreuses (Encadré 1) ; l'interrogatoire (incluant les antécédents, l'âge, l'ethnie) et l'examen clinique doivent être pratiqués avant de demander un examen d'imagerie. Certaines causes relèvent d'un traitement chirurgical (hématuries urologiques) ; d'autres doivent être traitées médicalement (hématuries néphrologiques). Le plus souvent, l'imagerie est demandée afin de détecter les causes urologiques.

Encadré 1. **Causes des hématuries**

Douloureuses
- Calculs
- Infection
- Tumeur rénale (lombalgie et/ou caillots)

Indolores

Hématurie macroscopique
- Tumeur vésicale
- Tumeur rénale
- Infection

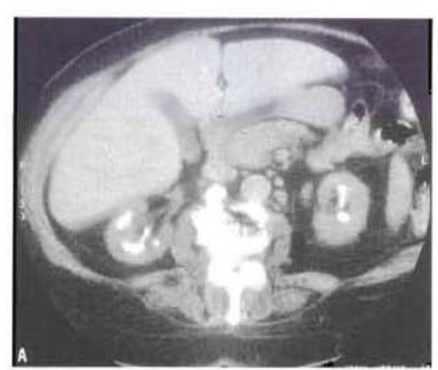
Hématurie microscopique
- Calculs
- Infection (tuberculose possible)
- Tumeur vésicale

Devant toute hématurie, il faut savoir si elle est :

- indolore ou douloureuse ;
- macroscopique ou microscopique ;
- continue ou transitoire.

Le radiologue choisira la modalité d'imagerie qui répond le mieux à la question clinique.

L'urographie intraveineuse (UIV) n'est pas toujours le meilleur examen à réaliser ; souvent plusieurs techniques d'imagerie sont nécessaires. La cystoscopie reste indispensable chez l'adulte afin d'exclure une petite tumeur vésicale.



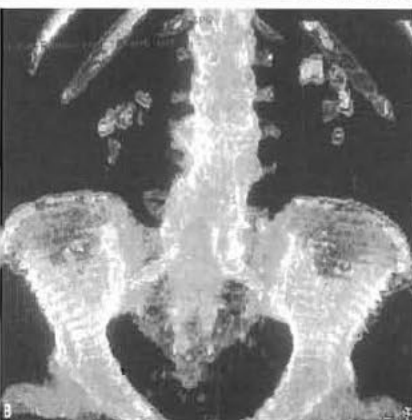


Fig. 1. (A) TDM sans injection montrant de multiples calculs rénaux bilatéraux. (B) Reconstruction 3D montrant exclusivement les calculs et les structures osseuses.

Fig. 2. (A) Abdomen sans préparation (ASP) montrant de multiples petits calculs du rein droit associés à un calcul de 2 cm pouvant être situé dans l'uretère droit. (B) Urographie intraveineuse confirmant le calcul obstructif de l'uretère droit (dilatation des cavités excrétrices en amont).

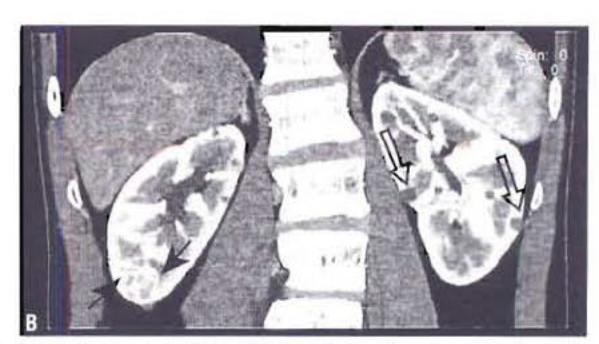


Fig. 3. (A) Cette échographie montre une masse solide hyperéchogène du pôle inférieur du rein droit. (B) La TDM après injection de produit de contraste, en reconstruction frontale, confirme la tumeur rénale droite qui est hypervascularisée (flèches noires). Découverte fortuite de simples kystes rénaux gauches (flèches ouvertes).

Hématurie macroscopique douloureuse

La colique néphrétique requiert un abdomen sans préparation (ASP) et une échographie ou un scanner sans injection, plus sensible (Fig. 1) ; l'urographie n'est plus indiquée initialement (Fig. 2).

Si l'on palpe une masse lombaire, une tumeur rénale doit être recherchée (voir p. 90-91) : la TDM est l'examen de première intention (Fig. 3), l'UIV ne doit plus être réalisée dans cette indication ; l'échographie est moins sensible pour le diagnostic de tumeur solide que la TDM.

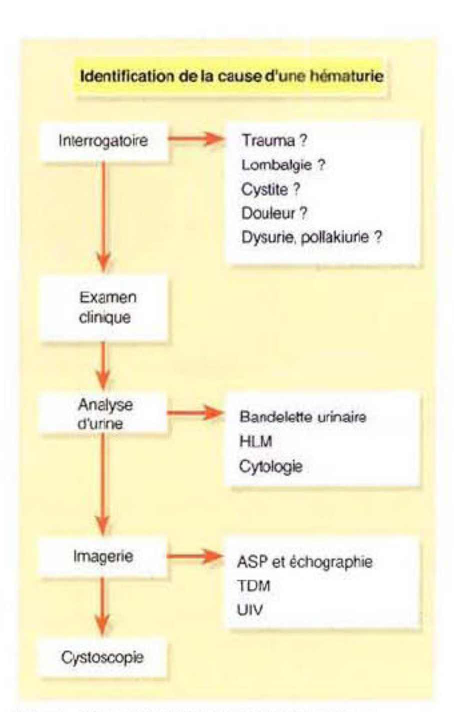


Fig. 4. Enquête étiologique d'une hématurie.

Hématurie 1

- L'urographie n'est pas utilisée en première intention dans les coliques néphrétiques
- La TDM doit être demandée en première intention si l'on soupçonne une tumeur rénale
- L'échographie est l'examen d'imagerie le plus sensible pour le diagnostic de tumeur de vessie, mais elle est moins fiable que la cystoscopie pour les petites tumeurs. L'UIV a pour but d'exclure une autre tumeur urothéliale du haut appareil
- L'ASP et l'échographie sont demandés dans les pyélonéphrites non compliquées (calculs ? syndrome obstructif ? foyer de néphrite focale ?)
- L'UIV reste indiquée pour éliminer une tuberculose urinaire ou une nécrose papillaire

Hématurie 2

Hématurie indolore

Elle est souvent secondaire à une tumeur de vessie, comme un carcinome à cellules transitionnelles (Fig. 1). Classiquement, l'urographie est réalisée, afin de rechercher une tumeur des voies excrétrices ou du rein, ainsi qu'une échographie à la recherche d'une masse tissulaire d'un rein et d'une tumeur de vessie. Actuellement l'uroTDM (TDM suivie de clichés d'urographie intraveineuse) remplace de plus en plus le couple échographie-UIV. La cystoscopie reste indispensable, car plus sensible. Chaque fois qu'une tumeur de vessie est découverte, une UIV doit être réalisée afin de rechercher une tumeur urothéliale associée du haut appareil (Fig. 2).

Après prostatectomie transurétrale, le patient peut présenter une hématurie macroscopique indolore ; aucune imagerie n'est nécessaire (d'autant qu'elle a été réalisée juste avant l'intervention) ; il faut simplement s'assurer de l'absence d'hématurie à distance de l'intervention.

Fig. 1. Cette urographie intraveineuse montre un cancer de la vessie situé sur la jonction urétéro-vésicale gauche, entraînant une obstruction avec dilatation de l'uretère pelvien et des cavités pyélocalicielles gauches.

Hématurie microscopique

Si le patient est une femme jeune, en bonne santé, il faut rechercher une infection urinaire et des calculs. Un ASP recherche ces calculs et une échographie recherche une dilatation du haut appareil urinaire.

La vessie doit être analysée avant et après miction afin de rechercher un résidu post-mictionnel : un volumineux résidu post-mictionnel prédispose à l'infection et à l'hématurie.

La tuberculose peut entraîner une hématurie microscopique ; l'UIV recherche les images d'addition calicielles (cavernes tuberculeuses), ainsi que les signes associés : sténose de l'arbre urinaire, petite vessie scléreuse et prostatite cavitaire.

En pays d'endémie, la bilharziose doit être évoquée : l'ASP réalisé vessie pleine recherche des calcifications de la paroi vésicale ; l'échographie ou l'UIV recherchent une dilatation des voies urinaires. Quand une hématurie néphrologique est suspectée (HTA, protéinurie), une biopsie rénale peut être indiquée.

Exploration d'un traumatisme rénal

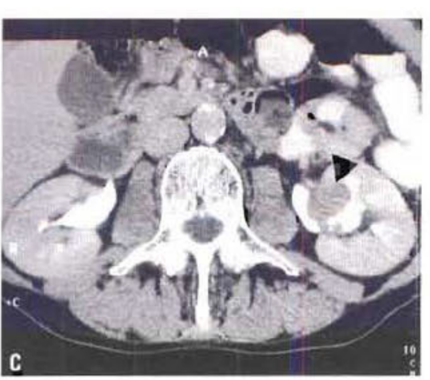
Les traumatismes peuvent être divisés en traumas fermés et traumas ouverts (armes blanches ou armes à feu) (Tableau 1).

Un trauma mineur avec hématurie ne nécessite qu'un écho-Doppler, qui recherche une extravasation de sang ou d'urine (hématome intra et périrénal) et s'assure de la perméabilité des vaisseaux rénaux. Si l'hématurie persiste à distance, une TDM doit rechercher une autre cause à l'hématurie, comme une tumeur rénale.

Les traumas fermés majeurs, au contraire, comme les accidents de la route avec mécanismes de décélération, peuvent entraîner une lésion traumatique du pédicule rénal : une TDM en urgence doit s'assurer qu'il n'existe pas de lésion traumatique des vaisseaux rénaux et que le rein est bien perfusé (Fig. 3). Un trauma de l'artère rénale justifie une intervention en urgence. Un trauma de la veine rénale, même en l'absence de collection, peut entraîner à distance une thrombose de la veine rénale : il doit donc faire l'objet d'une surveillance par écho-Doppler pour évaluer le flux veineux et par scintigraphie afin de s'assurer de la normalité de la fonction du rein concerné.

Tableau 1. **Exploration d'un traumatisme rénal**

	Trauma fermé	Trauma ouvert
Mineur	Échographie	Échographie
Majeur	TDM (lésion du pédicule rénal ?)	TDM
Suivi	Écho-Doppler (flux dans le pédicule rénal ?) Scintigraphie (fonction rénale)	En cas de ponction directe vasculaire : artériographie ± embolisation segmentaire



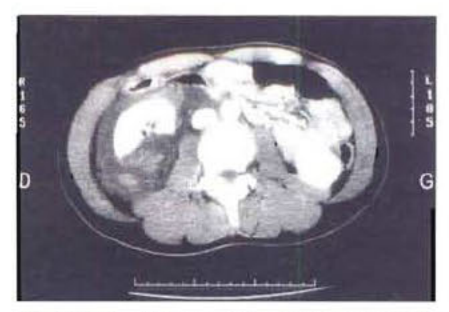
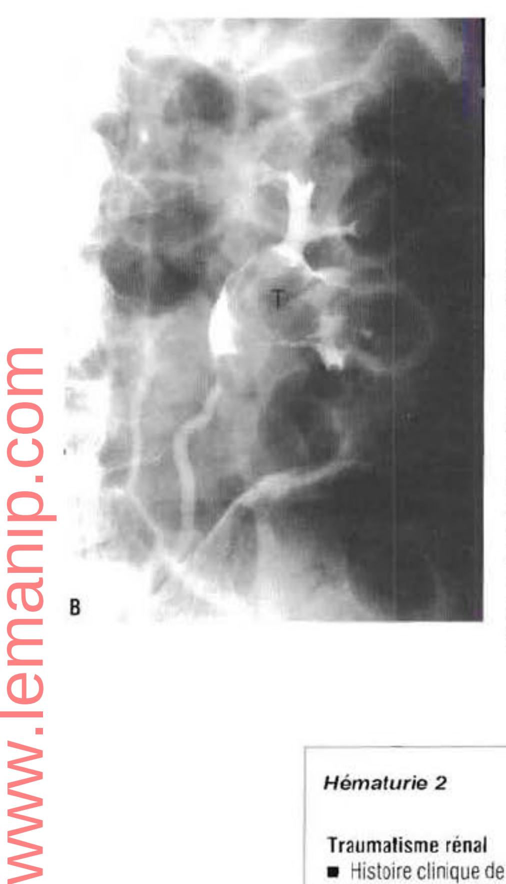


Fig. 3. Traumatisme. La TDM après injection de contraste montre une fracture du rein droit : seule sa moitié antérieure est opacifiée ; le rein est entouré d'un hématome volumineux (accident de la voie publique).



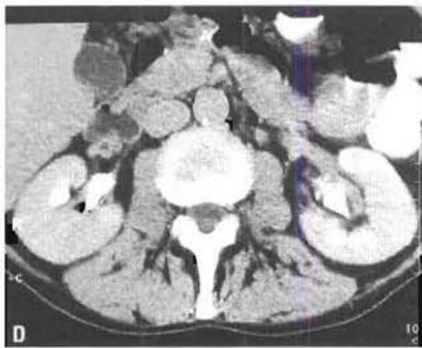


Fig. 2. Ce patient présente une hématurie macroscopique, sans douleur ; il a été traité auparavant pour un cancer de vessie. (A) L'échographie détecte une masse tissulaire de 3 cm dans le sinus du rein gauche. (B) Sur l'urographie intraveineuse, cette masse se manifeste par une lacune à bords irréguliers, bien visible dans le bassinet gauche (tumeur urothéliale). (C,D) La TDM retrouve la lacune polylobée du bassinet, sans envahissement du parenchyme rénal adjacent.

Hématurie 2

Traumatisme rénal

- Histoire clinique de traumatisme suivi d'une hématurie
- Clichés standard : recherche de lésions traumatiques rachidiennes et pelviennes
- Les fractures des transverses et des côtes peuvent être associées à des traumatismes rénaux
- Les fractures du bassin sont associées à des traumatismes de la vessie et de l'urètre
- Les traumas majeurs du rein doivent être explorés par un scanner qui fait le bilan des lésions vasculaires rénales, des cavités excrétrices, du parenchyme et des hématomes périrénaux ; il explore le reste de la cavité abdominale et recherche des lésions traumatiques osseuses, cérébrales et thoraciques
- L'échographie avec écho-Doppler peut être indiquée dans les traumatismes mineurs
- L'UIV n'a plus sa place dans l'exploration des traumatismes rénaux

Tumeurs de l'appareil urinaire

Exploration des masses rénales

Quand une masse lombaire est découverte dans un contexte d'hématurie, une tumeur rénale est évidemment suspectée (Tableau 1) ; en réalité, les masses rénales sont le plus souvent de découverte fortuite lors d'une échographie réalisée pour une autre raison.

La masse rénale la plus fréquente est le *kyste rénal* simple. L'échographie est un très bon examen pour affirmer son diagnostic et le différencier d'une masse solide : il se présente comme une masse liquide anéchogène avec renforcement postérieur ; sa paroi est tellement fine qu'elle n'est pas visible en échographie. Le kyste est rond et a un contour très net. Il est souvent situé en périphérie du rein.

Le diagnostic différentiel est représenté par les masses solides nécrotiques dont le centre apparaît liquidien ; ces masses ont cependant une paroi épaisse et irrégulière. Au moindre doute, une TDM est réalisée avant et après injection de contraste et montre l'hypervascularisation du contingent tissulaire périphérique, contrairement au kyste. De plus, la jonction entre le kyste et le parenchyme sain se fait par une zone normale du parenchyme rénal de forme triangulaire (signe de l'éperon) ; un kyste peut, s'il est volumineux, refouler les cavités excrétrices, sans les amputer (Encadré 1).

Enfin, le kyste peut être situé dans le sinus du rein (kyste parapyélique).

À l'inverse, en échographie, *les masses solides, comme le cancer,* présentent des échos internes. Elles peuvent être hypo- ou hyperéchogènes par rapport au rein normal.

La TDM est indiquée dans la caractérisation (appréciation de la nature exacte) des masses solides du rein : les cancers (Fig. 1) sont souvent hypervascularisés et peuvent comprimer et amputer les cavités pyélocalicielles.

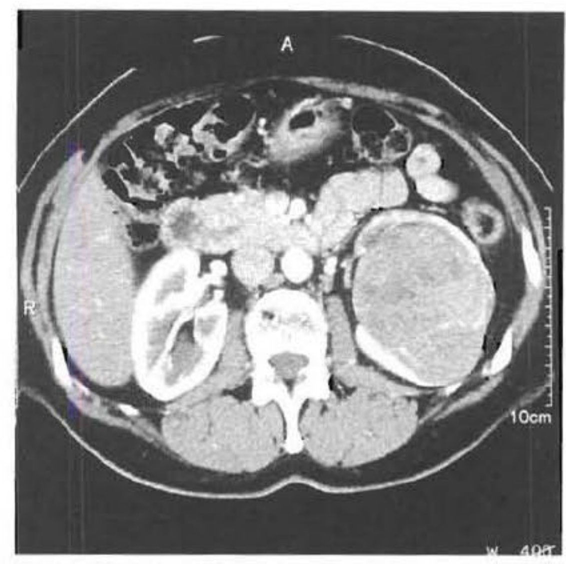


Fig. 1. Cette TDM montre un volumineux carcinome rénal gauche chez un patient de 60 ans qui présentait une hématurie macroscopique et une masse lombaire gauche.

La TDM est également fiable dans le bilan d'extension préopératoire des cancers du rein : elle montre l'extension tumorale à la graisse périrénale, recherche des adénomégalies dans le pédicule du rein, une thrombose de la veine rénale et de la veine cave, qui modifie l'abord chirurgical (Fig. 2) et d'éventuelles métastases au rein controlatéral et à distance.

L'IRM est une alternative à la TDM pour faire le bilan d'extension des cancers du rein (Fig. 3).

Les tumeurs des voies excrétrices se manifestent volontiers par une hématurie macroscopique : siégeant souvent dans la vessie, elles sont bien explorées par l'échographie, mais la cystoscopie doit être systématique car elle est plus sensible. Les tumeurs associées du haut appareil sont bien explorées par l'UIV.

Fig. 2. Coupe sagittale d'une échographie passant par la veine cave inférieure rétro-hépatique : thrombose complète de la veine cave inférieure qui parait échogène au lieu d'être anéchogène.

L'uroTDM (TDM suivie d'une UIV) est une alternative au couple échographie-UIV.

Tableau 1. **Tumeurs rénales solides**

Bénignes	Malignes
Parenchymateuses	
Angiomyolipome (isolé ou dans le cadre d'une sclérose tubéreuse). Diagnostic fait en TDM, qui montre le contingent graisseux de la tumeur	Cancer rénal (adénocarcinome, hypernéphrome)
Adénome	Tumeur de Wilms (néphroblastome)
Hémangiome (tumeur vasculaire qui peut entraîner des hématuries profuses et récidivantes)	Métastases de cancer rénal contro-latéral, mammaire, bronchopulmonaire, d'un mélanome ou d'un lymphome
Fibrome	Sarcomes (rares)
Pyéliques (du bassinet)	
Papillome	Tumeurs urothéliales (révélées précocement par une hématurie ou un syndrome obstructif)
	Carcinome épidermoïde

Tumeurs de l'appareil urinaire

Cancer du rein (hypernéphrome)

Ce cancer survient typiquement chez l'homme de plus de 50 ans et qui présente classiquement une hématurie, une douleur et une masse lombaire ; une hypertension artérielle et une polyglobulie peuvent s'observer. En réalité, il s'agit actuellement le plus souvent d'une découverte échographique fortuite. Le pronostic est d'autant plus sombre qu'il existe une extension aux tissus adjacents, une thrombose de la veine rénale et de la veine cave et des métastases.

Cancer des voies excrétrices (tumeur urothéliale)

Il peut survenir sur n'importe quel segment de l'arbre urinaire, depuis les fornix des calices jusqu'à l'urètre, mais il est plus fréquent dans la vessie, organe de stockage

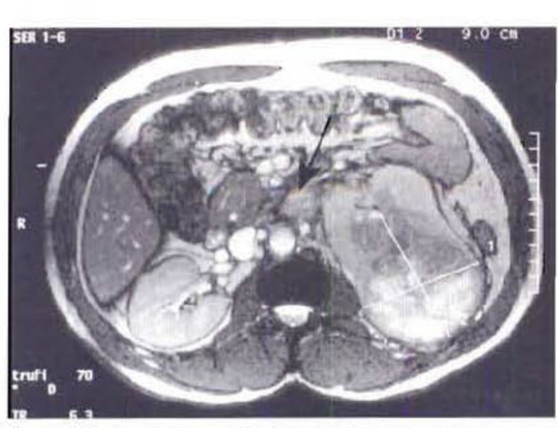


Fig. 3. IRM d'un carcinome rénal gauche (voir mesures) avec une adénomégalie du pédicule (flèche).

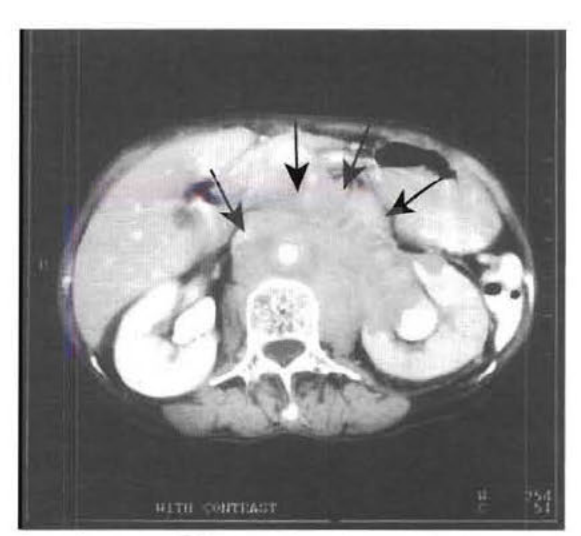


Fig. 4. Lymphome. TDM d'un patient présentant de volumineuses adénopathies rétro-péritonéales (flèches) secondaires à un lymphome comprimant les cavités excrétrices gauches.

qui permet aux carcinogènes urinaires d'avoir un contact plus prolongé avec la paroi vésicale. Les tumeurs pyélocalicielles sont rares, pouvant obstruer la jonction pyélo-urétérale. Les tumeurs urétérales sont également rares, mais causent souvent une obstruction en raison du diamètre fin de l'uretère.

Une tumeur vésicale située sur le méat urétéral peut également entraîner un syndrome obstructif de la totalité du haut appareil (voir Fig. 1, p. 88).

Rappelons que toute tumeur de vessie doit faire réaliser une UIV afin de rechercher une tumeur urothéliale associée du haut appareil. Une pyélographie rétrograde (opacification rétrograde du haut appareil) peut être utilisée dans le même but.

Tumeur de Wilms (néphroblastome)

Il s'agit de la tumeur abdominale la plus fréquente de l'enfant avec un pic de fréquence entre 1 et 4 ans. L'enfant se présente avec une masse abdominale et une hématurie. Des métastases peuvent être révélatrices.

La tumeur est détectée en échographie ; la TDM est le meilleur examen pour en faire le bilan d'extension local, vasculaire et à distance (recherche en particulier de métastases pulmonaires).

Sarcomes

Les sarcomes sont rares. Le rhabdomyosarcome de la vessie chez le jeune garçon peut entraîner un syndrome obstructif.

Tumeurs extrinsèques

Les tumeurs rétro-péritonéales primitives peuvent comprimer les uretères (Fig. 4) par compression extrinsèque ou envahissement direct. Des adénopathies d'origine métastatique peuvent agir de même. Ces masses sont au mieux explorées par la TDM ou l'IRM, car l'échographie est gênée par les gaz digestifs (elle ne montrera souvent que la dilatation d'amont).

Encadré 1. **Une masse solide doit-elle être biopsiée ?**

Si positive : néphrectomie
Si négative : néphrectomie (car possibilité de faux négatif)
MAIS
Si suspicion de lymphome ou de métastases, la biopsie peut changer le traitement :
Lymphome : radiochimiothérapie
Métastase : traitement initial de la tumeur primitive

Tumeurs de l'appareil urinaire

Tumeurs du rein

- Les tumeurs du rein peuvent être bénignes ou malignes
- La tumeur bénigne la plus fréquente est le kyste simple
- Les kystes peuvent être uniques ou multiples, rarement dans le cadre d'une maladie héréditaire, la polykystose rénale, parfois en association à des kystes hépatiques et spléniques
- Les kystes sont anéchogènes avec renforcement postérieur, sans paroi visible en échographie, qui suffit le plus souvent pour affirmer leur diagnostic
- Les kystes ont une densité liquide en TDM et un signal liquide en IRM (hypo T1 et hyperT2) : les kystes sont souvent découverts fortuitement lors de ces examens réalisés pour un autre motif
- Les masses solides peuvent êtres bénignes ou malignes
- Les tumeurs malignes sont le plus souvent hypervasculaires
- Le scanner (ou l'IRM) est le meilleur examen pour le bilan d'extension préopératoire des cancers du rein
- Les angiomyolypomes, en raison de leur contingent graisseux, sont hyperéchogènes et ont une densité graisseuse en TDM

Syndrome obstructif urinaire 1 : causes

Les obstacles situés sur l'arbre urinaire ont de nombreuses causes, congénitales ou acquises. Les causes congénitales sont les suivantes :

- syndrome de jonction pyélo-urétérale ;
- mégauretère ;
- urétérocèle ;
- valves de l'urètre postérieur.

Les causes acquises sont variées :

- calculs
- sténoses :
  - inflammatoires : tuberculose, fibrose rétro-péritonéale ;
  - malignes : tumeurs urothéliales, tumeurs primitives ou secondaires extrinsèques ;
  - iatrogènes : postopératoire.

Obstruction urinaire d'origine congénitale

Syndrome de jonction pyélo-urétérale

Celle-ci peut être détectée in utero sur l'échographie anténatale systématique ou se révéler chez l'adulte si elle est peu importante. Elle peut être découverte fortuitement sur une échographie motivée pour des douleurs non spécifiques.

Si le diagnostic est suspecté cliniquement, mais non confirmé par l'échographie, une urographie intraveineuse (UIV) peut être indiquée : si les clichés initiaux sont normaux, une surcharge hydrique et un diurétique (furosémide) peuvent être administrés au moment de l'UIV (Fig. 1). En cas de doute persistant, une scintigraphie au DTPA ou au MAG 3, également suivie d'une injection intraveineuse de diurétique, doit être indiquée.

Urétérocèle obstructif

Il s'agit d'une dilatation de la portion intramurale de l'uretère à la jonction urétérovésicale (Fig. 2) ; il peut ou non entraîner une dilatation de l'arbre urinaire en amont.

Mégauretère obstructif

L'absence congénitale de mouvements péristaltiques de l'uretère dans son trajet intravésical peut entraîner un méga-uretère.

Valves de l'urètre postérieur chez les garçons

Ils peuvent entraîner une dilatation de l'arbre urinaire d'importance variée. Cette anomalie congénitale peut également être détectée sur l'échographie anténatale systématique. L'importance de la dilatation des cavités pyélocalicielles peut être appréciée in utero : une obstruction sévère peut conduire à une insuffisance rénale par atrophie corticale.

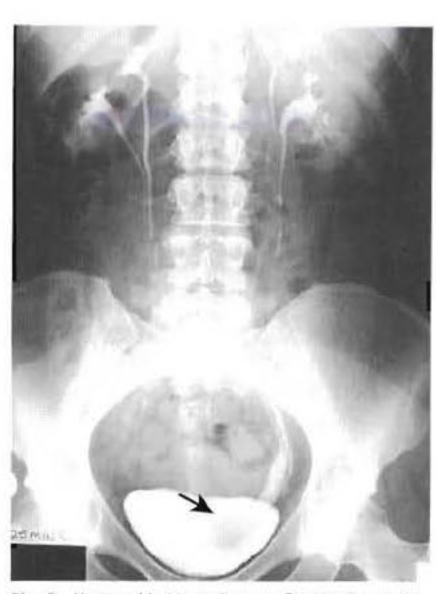


Fig. 2. Urographie intraveineuse. Duplication pyélo-urétérale bilatérale d'origine congénitale. Présence d'un urétérocèle sur l'uretère gauche (dilatation intramurale du bas uretère gauche au niveau de la jonction urétéro-vésicale) ; cet urétérocèle entraîne une dilatation de l'uretère pelvien gauche.

Obstruction urinaire d'origine acquise

Maladie lithiasique

C'est la cause la plus fréquente d'obstruction aiguë. Un abdomen sans préparation (ASP) et une échographie urinaire peuvent être demandés : ils recherchent un calcul radio-opaque et une dilatation des cavités rénales en échographie, qui permettent d'instituer une prise en charge appropriée.

Cependant l'abdomen sans préparation ne montre pas les petits calculs ni les calculs radiotransparents ; les phlébolithes pelviens peuvent également être pris à tort pour des calculs. De plus, dans les premières heures, les cavités ne sont pas toujours dilatées en échographie.

Enfin, l'échographie ne détecte que les calculs situés à la partie haute de l'uretère lombaire ou à la partie basse de l'uretère pelvien (cependant, elle détecte les calculs, qu'ils soient calcifiés ou non).

Pour ces raisons, la TDM sans injection remplace souvent ces deux explorations ; elle est très sensible pour le diagnostic de calcul, et montre également les cavités urinaires dilatées.

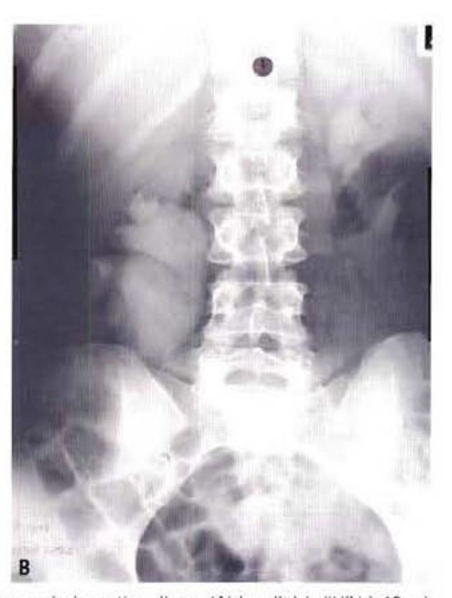


Fig. 1. Patient se plaignant de lombalgies intermittentes après ingestion d'eau. (A) Le cliché d'UIV à 10 min montre des cavités droites hypotoniques dans un rein apparemment normal. (B) Cliché réalisé 10 min après administration de Lasilix®. Il ne persiste pratiquement plus de produit de contraste dans les cavités rénales gauches ; en revanche les cavités rénales droites sont dilatées, avec un syndrome de jonction pyélo-urétérale.

Obstruction urinaire de nature maligne

Chez le patient âgé, l'obstruction urinaire est le plus souvent de nature maligne (Fig. 3). Il peut s'agir d'un envahissement direct des uretères par un cancer pelvien ou une compression des uretères par des adénopathies rétro-péritonéales. L'échographie peut certes montrer la dilatation pyélocalicielle, mais la TDM ou l'IRM sont beaucoup plus fiables pour détecter la cause et en faire le bilan d'extension. Si la nature de la tumeur n'est pas connue, une ponction écho ou scanoguidée peut être indiquée. Une tumeur urothéliale peut également être obstructive (voir p. 90).

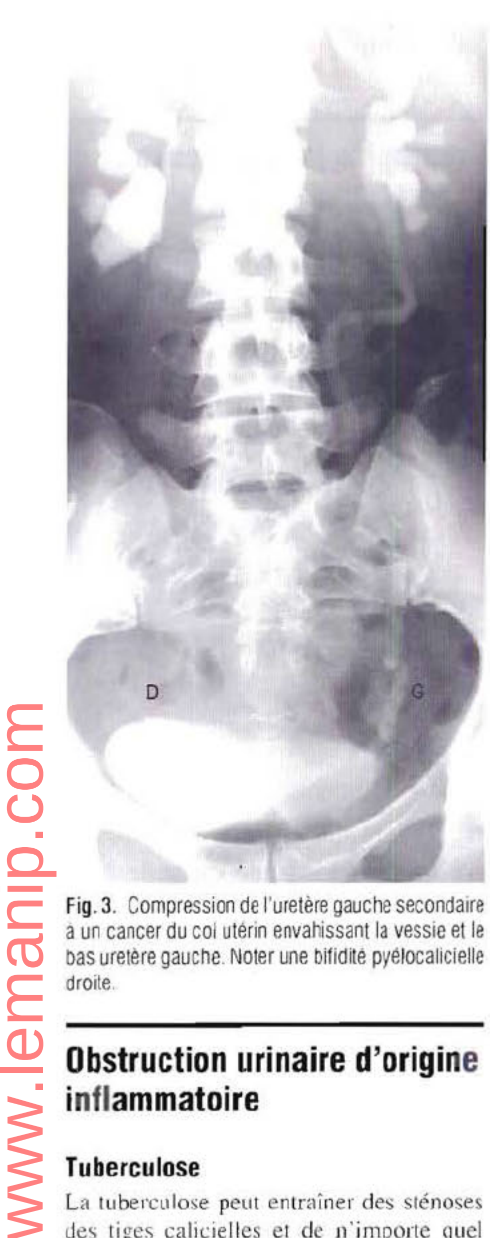


Fig. 3. Compression de l'uretère gauche secondaire à un cancer du col utérin envahissant la vessie et le bas uretère gauche. Noter une bifidité pyélocalicielle droite.

Obstruction urinaire d'origine inflammatoire

Tuberculose

La tuberculose peut entraîner des sténoses des tiges calicielles et de n'importe quel segment des uretères. Elles peuvent apparaître pendant le traitement et la guérison.

Si la fonction rénale est bonne, une UIV pourra détecter les sténoses et rechercher les signes associés (images d'addition calicielles, prostatite cavitaire, petite vessie scléreuse) (Fig. 4).

Fig. 4. Tuberculose. L'urographie intraveineuse montre des calices dilatés en amont d'une sténose, avec un uretère irrégulier.

Si la fonction rénale est altérée, un ASP et une échographie peuvent être réalisés.

L'uroTDM ou l'uroIRM remplace de plus en plus souvent le couple urographie-échographie.

En l'absence de traitement, des calcifications massives du rein peuvent survenir, conduisant à une insuffisance rénale (Fig. 5).

Bilharziose (schistosomiase)

Cette parasitose se rencontre particulièrement en Afrique ; elle se révèle par une hématurie.

L'ASP montre les calcifications typiques de la paroi vésicale (Fig. 6). Ces calcifications sont mieux vues sur la TDM. Un syndrome obstructif peut survenir à bas bruit, pouvant entraîner une insuffisance rénale s'il n'est pas détecté.

Fibrose rétro-péritonéale

Elle peut comprimer les uretères dans leur segment lombaire.

Fig. 5. Évolution spontanée d'une tuberculose non traitée vers une calcification en masse d'un rein gauche non fonctionnel.

Fig. 6. Bilharziose. Présence d'une calcification de la paroi vésicale et d'une dilatation des bas uretères. Les parois des uretères dilatés sont également calcifiées ; il existe à gauche un volumineux calcul de l'uretère pelvien. L'urographie montrera les lésions du parenchyme rénal, avec dilatation en amont d'une sténose urétérale basse. Les calcifications sont mieux vues en TDM que sur l'abdomen sans préparation.

Obstruction urinaire 1 : causes

Aiguës
- ASP et échographie : simple mais peu spécifique
- TDM sans injection : diagnostic rapide, grande sensibilité
- UIV : pas utilisée en première intention

Chroniques
- L'échographie ne montre que la dilatation pyélocalicielle
- La TDM ou l'IRM analyse mieux le rétro-péritoine

Syndrome obstructif urinaire 2 : explorations radiologiques

Le couple ASP-échographie peut être demandé chez un patient présentant une colique néphrétique. Nous avons vu la faible sensibilité et la faible spécificité de l'ASP.

L'échographie est fiable pour le diagnostic de dilatation des cavités pyélocalicielles et de calculs de la jonction urétéro-vésicale (si la vessie est pleine). Le reste de l'uretère n'est pas analysable en raison des gaz digestifs.

Dans une obstruction aiguë, les cavités peuvent rester fines pendant les premières heures.

TDM

La TDM sans injection est extrêmement sensible et spécifique pour le diagnostic de calculs obstructifs. Tous les calculs peuvent être détectés (Fig. 1). Elle montre bien la dilatation de l'arbre urinaire. Cependant, dans le pelvis, le diagnostic différentiel avec de simples phlébolithes pelviens est parfois difficile lorsque l'uretère n'est pas dilaté.

Urographie intraveineuse

Cette exploration est de moins en moins utilisée pour les pathologies urinaires, et particulièrement dans le syndrome obstructif. Certes, cet examen est fiable pour le diagnostic d'obstacle, mais le retard de sécrétion peut être important, retardant ainsi le diagnostic parfois de nombreuses heures (Fig. 2).

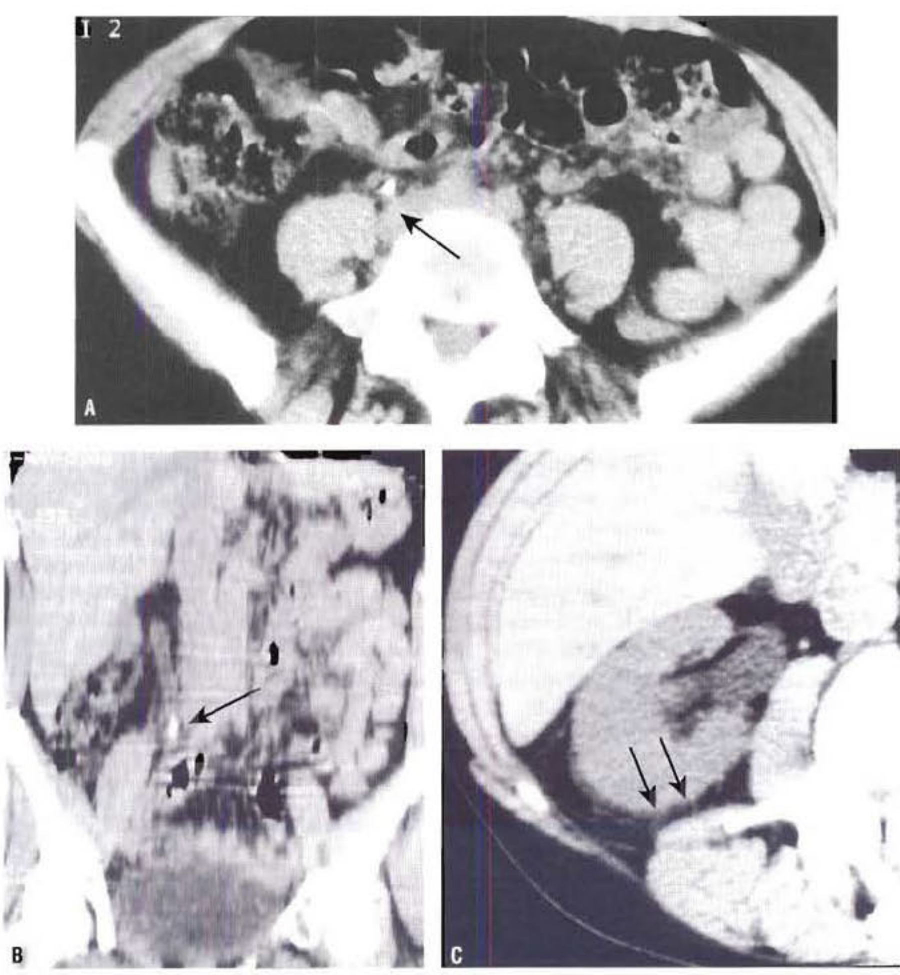


Fig. 1. (A) TDM spiralée sans injection : diagnostic rapide d'un calcul urétéral droit responsable d'une colique néphrétique. (B) Reconstruction coronale montrant l'uretère droit dilaté en amont du calcul (flèche). (C) TDM du rein droit. L'obstruction entraîne un œdème périrénal (signe indirect) responsable d'une infiltration de la graisse péri-rénale (flèches).

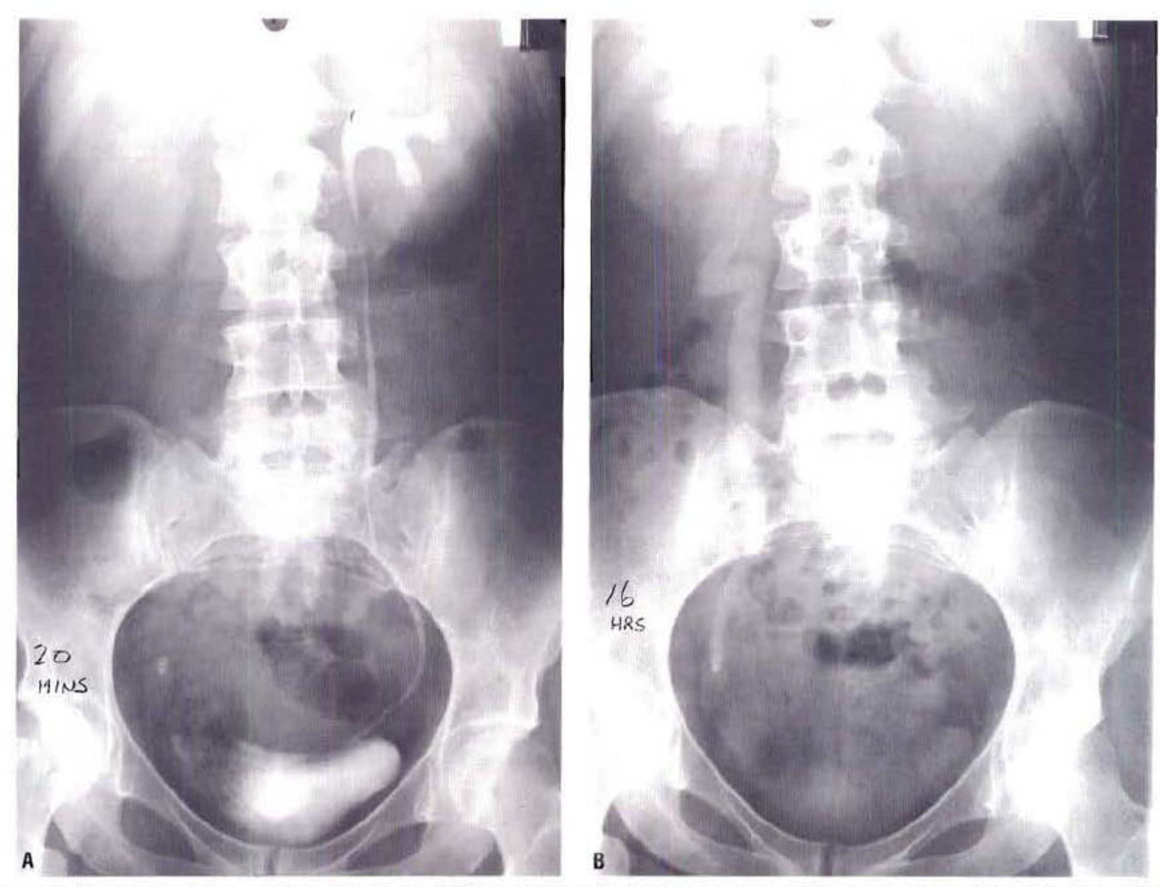


Fig. 2. Femme de 40 ans présentant une colique néphrétique. L'ASP montrait un calcul radio-opaque se projetant sur l'uretère pelvien droit. (A) Le cliché à 20 min montre le retard d'excrétion à droite avec un gros rein présentant une néphrographie persistante. (B) Le cliché tardif confirme le calcul obstructif de l'uretère pelvien droit entraînant une dilatation des cavités pyélocalicielles et de l'uretère droits en amont.

Obstruction urinaire 2 : explorations radiologiques

Tuberculose
- UIV si bonne fonction rénale
- ASP et échographie si insuffisance rénale
- UroTDM ou uroIRM remplace de plus en plus les explorations précédentes

Bilharziose
- ASP ou TDM

Pathologies malignes
- TDM ou IRM supérieure à l'échographie, car montre la dilatation des cavités (seule vue en échographie), mais aussi les masses extrinsèques rétro-péritonéales ou pelviennes (cancer pelvien, adénopathie métastatique ou lymphome)

Bas appareil urinaire

Les symptômes du bas appareil urinaire proviennent d'une pathologie vésicale ou urétrale : pollakiurie, dysurie, rétention aiguë d'urine, incontinence ; ces symptômes peuvent avoir de multiples causes (voir les encadrés 1 et 2 pour les explorations appropriées). L'exploration la plus utile dans ces cas est l'échographie de la vessie avec évaluation du résidu post-mictionnel et la débitmétrie (Fig. 1).

Encadré 1. **Conduite à tenir devant des symptômes du bas appareil urinaire**

Interrogatoire
Examen clinique
Analyse d'urine (HLM) :
- Hématurie
- Infection urinaire
- Cytologie

Examens complémentaires :
- Échographie vésico-prostatique et du haut appareil (dilatation ?) avec appréciation du résidu postmictionnel
- Débitmétrie
- L'UIV n'est nécessaire que lorsqu'une tumeur vésicale a été affirmée par la cystoscopie ou en cas de tuberculose

Étude urodynamique (mesures de pression et de débit) : analyse d'un obstacle ou d'une instabilité

Causes des symptômes du bas appareil urinaire

Infection urinaire

Les infections urinaires répétées sont à l'origine d'une pollakiurie et d'une dysurie. Les anomalies anatomiques causales doivent être recherchées. La cause principale d'une infection répétée est la présence d'un résidu postmictionnel (impossibilité de vider complètement la vessie à chaque miction).

Calculs

Les calculs de l'uretère pelvien et de la vessie peuvent entraîner une pollakiurie.

Tumeurs urothéliales

Les tumeurs de vessie peuvent être responsables de pollakiurie aussi bien que d'une hématurie (voir p. 88). Les explorations requises quand une tumeur de vessie est suspectée sont :
- HLM ;
- cytologie urinaire ;
- cystoscopie, qui est plus sensible que l'échographie vésicale pour les petites tumeurs.

Encadré 2. **Exploration radiologique du bas appareil urinaire**

Symptômes du bas appareil urinaire
- Échographie vésico-prostatique, avec étude systématique du haut appareil urinaire (dilatation ?) et du résidu post-mictionnel

Infection urinaire
- ASP + échographie des reins et de la vessie uniquement si fièvre ou résistance au traitement médical ; quantification du résidu post-mictionnel

Calculs
- ASP
- Échographie

Tumeur urothéliale
- Cystoscopie plus sensible que l'échographie vésicale
- UIV quand le diagnostic de tumeur vésicale est certain, pour rechercher une autre tumeur urothéliale du haut appareil

Tuberculose
- UIV

Hypertrophie bénigne de prostate symptomatique
- Échographie vésico-prostatique et du haut appareil avec étude du résidu post-mictionnel

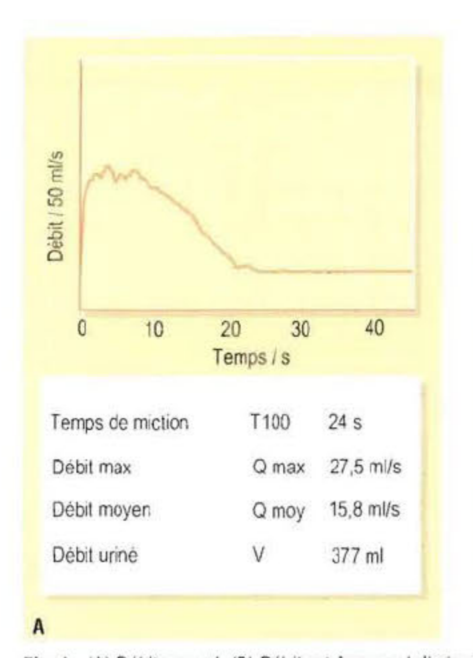
Carcinome prostatique
- Échographie vésico-prostatique et du haut appareil
- Échographie endorectale
- Biopsies prostatiques multiples sous écho endorectale

Valves urétrales
- Échographie anténatale
- Clichés permictionnels

Sténoses urétrales
- Urétrographie rétrograde

Traumatisme
- Urétrographie rétrograde pour les sténoses de l'urètre antérieur
- Clichés permictionnels pour visualiser l'urètre postérieur

L'urétroscopie remplace de plus en plus souvent les opacifications urétrales



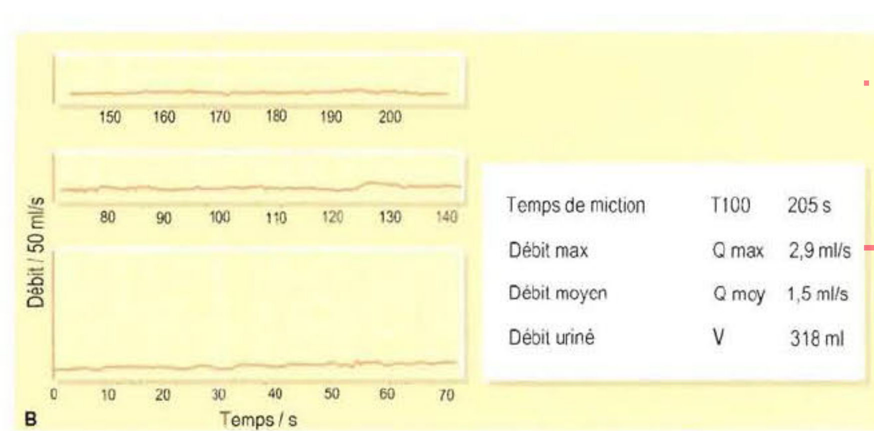


Fig. 1. (A) Débit normal. (B) Débit extrêmement diminué.

Fig. 2. Échographie endorectale normale de la prostate

Une fois le diagnostic de tumeur vésicale affirmé, il faut demander une urographie intraveineuse afin de rechercher une tumeur urothéliale associée du haut appareil urinaire (ces tumeurs peuvent en effet s'observer sur la totalité de l'appareil urinaire).

Tuberculose

La tuberculose peut entraîner une pollakiurie et une dysurie ; l'urographie est le meilleur examen pour rechercher les signes associés (sténoses, images d'addition, prostatite cavitaire).

Cystite interstitielle

Elle peut entraîner une pollakiurie et une dysurie sévère ; les autres causes doivent être éliminées. Le diagnostic est fait à la cystoscopie.

Instabilité vésicale

Les contractions vésicales anormales sont une pathologie que l'on peut voir en urgence et nécessitent une étude urodynamique spécialisée avec prise de pression intravésicale à l'aide d'un cathéter.

Imagerie de la prostate

Hypertrophie bénigne de la prostate

Elle ne nécessite pas d'imagerie si elle est asymptomatique. En revanche, s'il existe des signes suggérant un obstacle de la vidange vésicale, une échographie est indiquée, afin d'apprécier le poids de la prostate, rechercher une dilatation des cavités pyélocalicielles et un résidu postmictionnel (Fig. 2). Cette hypertrophie bénigne de prostate se manifeste par des nodules de la prostate centrale qui est hypertrophiée.

Cancer de la prostate

Un cancer de la prostate peut être suspecté au toucher rectal (TR) et quand l'antigène spécifique de la prostate (PSA) dosé dans le sang est élevé. Certes, l'échographie endorectale peut montrer un nodule hypoéchogène de la prostate périphérique, mais cet examen est peu sensible et peu spécifique dans ce domaine (Fig. 3).

Fig. 3. Échographie endorectale montrant un cancer de prostate : nodule hypoéchogène à la partie droite de la prostate périphérique (voir mesures).

L'échographie endorectale a pour intérêt majeur de guider les biopsies prostatiques motivées par une élévation du PSA, de plus en plus utilisé comme test de dépistage. Ces biopsies multiples et bilatérales de la prostate sont également motivées par un nodule induré au toucher rectal, évoquant un cancer.

Exploration de l'urètre

Valves urétrales

Les valves de l'urètre postérieur représentent une anomalie congénitale majeure chez le garçon. Quand elles sont serrées, le diagnostic peut être fait sur l'échographie anténatale systématique, devant une dilatation importante et bilatérale de l'arbre urinaire.

Chez le nouveau-né, le cliché permictionnel montre un obstacle plus ou moins serré sur l'urètre postérieur, avec une dilatation de l'urètre en amont.

Sténoses urétrales

Elles peuvent être acquises à la suite d'une infection gonococcique ou tuberculeuse, ou iatrogènes à la suite d'un sondage urinaire. Elles sont bien vues sur une urétrographie rétrograde. L'infection gonococcique entraîne volontiers des sténoses de l'urètre antérieur, la tuberculose se manifeste par une opacification des glandes prostatiques ; les lésions iatrogènes par sondage réalisent des sténoses de l'urètre bulbaire, à la jonction entre l'urètre postérieur et antérieur.

L'urétroscopie tend à détrôner les opacifications urétrales.

Fig. 4. (A) Urétrographie rétrograde montrant une sténose serrée (flèche) secondaire à une fracture du bassin. Noter l'aspect irrégulier des os du cadre obturateur. (B) Cliché permictionnel confirmant la dilatation de l'urètre postérieur au-dessus de la sténose.

Traumatisme

Il peut entraîner une rupture de l'urètre, nécessitant un traitement chirurgical.

À la phase aiguë avec hématurie, il ne faut pas réaliser de sondage urétral ; si nécessaire, un cathéter sus-pubien est mis en place. Dans un deuxième temps, l'opacification de l'urètre permettra de planifier le traitement chirurgical ; ces lésions traumatiques du bassin entraînent généralement une sténose de l'urètre membraneux situé en dessous de l'urètre prostatique (Fig. 4).

Bas appareil urinaire

Cancer de vessie
- La cystoscopie est plus sensible que l'échographie vésicale
- Peut être multifocal et donc nécessite une UIV pour analyser le haut appareil

Symptômes du bas appareil urinaire
- Échographie de première intention

Étiologies :
- Calculs
- Cancer de vessie
- Tuberculose
- Infection urinaire
- Pathologie de prostate
- Sténoses urétrales congénitales ou acquises (infectieuses, iatrogènes ou traumatiques)

www.lemanip.com

Partie 5

Système nerveux central

Explorations en neuroradiologie 1

Tomodensitométrie

La tomodensitométrie (TDM) est une exploration radiologique fondée sur les rayons X, produisant des images axiales. Comme l'information acquise est numérisée, il est possible de produire des images optimisées pour l'os (fenêtres osseuses), comme pour les parties molles (fenêtres tissulaires). Les machines de dernière génération permettent de réaliser des coupes infra-millimétriques en moins d'une seconde, permettant des examens extrêmement rapides.

La TDM est l'imagerie de choix pour les saignements cérébraux spontanés et post-traumatiques. L'examen est rapide, simple à réaliser et sa capacité à détecter les hémorragies intracrâniennes aiguës le rend très utile pour le diagnostic d'hémorragie cérébrale ou méningée. La TDM peut également montrer, dans le contexte de l'urgence, une masse correspondant soit à un hématome, soit à une tumeur responsable d'une hypertension intracrânienne.

Le traumatisme est une bonne indication de la TDM qui détecte à la fois les hématomes extracérébraux, les contusions cérébrales, ainsi que les fractures de la voûte ou de la base du crâne (Fig. 1). Dans les polytraumatismes, la TDM cérébrale sera associée à une TDM de l'ensemble du rachis, du thorax, de l'abdomen, du pelvis et éventuellement de certains segments de membres.

Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est l'examen le plus fiable pour explorer le cerveau et la moelle aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant. Sa capacité à détecter une pathologie cérébrale, particulièrement une maladie de la substance blanche, est généralement très supérieure à celle de la TDM. Il existe cependant des exceptions, où la TDM est supérieure à l'IRM, comme les pathologies hémorragiques, les anomalies osseuses et les calcifications ; cela peut être utile dans le diagnostic de tumeurs, et, dans ces cas, les patients pourront bénéficier à la fois de la TDM et de l'IRM.

L'IRM produit des images dont le signal est lié à à la densité en protons, qui est importante dans l'eau et la graisse et donc dans les tissus mais pas dans l'os. Le patient est soumis à un champ magnétique puissant ; une onde de radiofréquence transitoire transmet de l'énergie aux protons qui réémettent une énergie en revenant à leur état initial (« relaxation »).

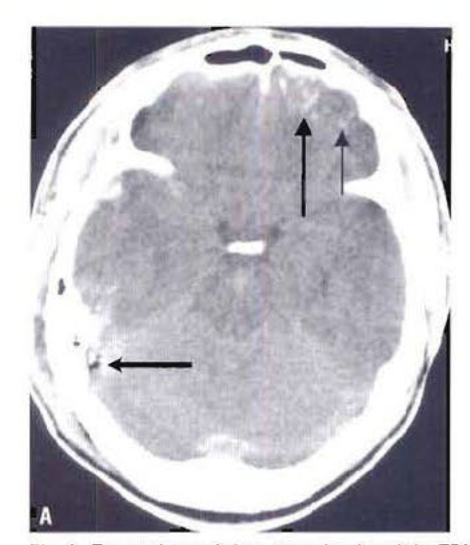


Fig. 1. Traumatisme sévère – tomodensitométrie (TDM) : même coupe en fenêtre tissulaire (A), montrant les contusions (flèches) et en fenêtre osseuse (B), révélant une fracture complexe (astérisque) invisible sur (A). Des bulles d'air sont également visibles sur la coupe (A), en regard de la fracture comminutive (flèche horizontale).

Il existe de nombreuses façons d'appliquer l'onde de radiofréquence et de mesurer les temps de relaxation. Cela explique le nombre important de séquences qui donnent toutes des images différentes.

En résumé, les images pondérées en T1 analysent parfaitement bien l'anatomie et détectent une éventuelle augmentation de signal après injection intraveineuse d'un produit de contraste utilisé en IRM, le gadolinium ; les séquences pondérées T2 montrent bien les modifications du parenchyme cérébral ; le liquide cérébro-spinal, riche en protons, sera hyperintense en séquence T2 alors qu'il est hypo-intense en séquence T1 ; la substance blanche, riche en graisse est hyperintense en séquence T1 (plus que la substance grise) ; ce signal est inversé en séquence T2. Il existe beaucoup d'autres séquences utilisées, qui expliquent qu'en routine, un examen IRM soit plus long qu'un examen TDM, ce qui est une raison supplémentaire pour préférer la TDM dans les situations d'urgence.

La sémiologie de l'hématome en IRM est complexe en raison des différents produits de dégradation de l'hémoglobine qui ont chacun un signal différent. Alors que les hématomes et les hémorragies ne sont plus détectables en scanner après une à deux semaines, elles sont toujours visibles en IRM et parfois indéfiniment. On peut ainsi suivre l'évolution d'un hématome et faire le diagnostic d'hématomes d'âge différent lorsqu'ils sont multiples (Tableau 1).

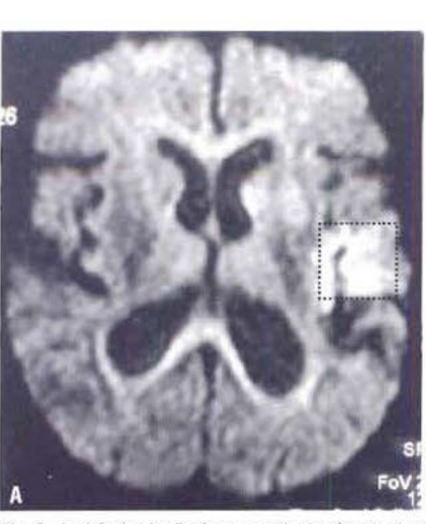
Cela est particulièrement utile dans le diagnostic du syndrome des enfants battus, où il est primordial d'affirmer avec certitude l'existence de traumatismes répétés.

Les séquences d'IRM de diffusion ont un rôle important dans le diagnostic précoce d'ischémie cérébrale, particulièrement chez les patients présentant une ischémie chronique. L'image obtenue est fondée sur la diffusion des protons dans l'eau. Elle ne sera pas entravée, par exemple, dans le liquide cérébro-spinal, mais restreinte dans les ischémies récentes (Fig. 2).

Tableau 1. **Évolution d'un hématome en IRM**

		T1	T2
Hyperaigu (2–3 heures)	Oxyhémoglobine	Noir	Blanc
Aigu (jusqu'à 4 jours)	Déoxyhémoglobine	Iso-intense	Noir
Subaigu (4–7 jours)	Méthémoglobine	Blanc	Noir
Subaigu (6 jours–8 semaines)	Méthémoglobine	Blanc	Blanc
Chronique (après 8 semaines)	Hémosiderine	Iso-intense	Noir

Adapté de Hadley DM, Teasdale EM, eds. In : Gillespie JE, Jackson A. MRI and CT of the brain. Londres : Arnold ; 2000. p. 86.



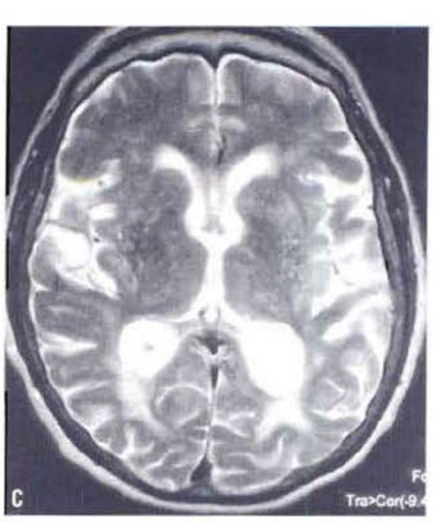


Fig. 2. Ischémie aiguë, chez un patient présentant une ischémie cérébrale chronique, hospitalisé pour une aphasie d'apparition brutale. L'IRM en séquence de diffusion montre clairement l'ischémie aiguë à la partie postérieure de la région sylvienne (hypersignal encadré). (B) La séquence T2 et (C) la séquence FLAIR au même niveau ne détectent pas cette anomalie. Les hypersignaux confluents de la substance blanche et les lésions punctiformes des noyaux gris centraux sont liés à l'ischémie chronique.

IRM dans l'exploration de la pathologie rachidienne

En pathologie rachidienne, on utilise la capacité de l'IRM à réaliser des coupes sagittales sur une grande hauteur, particulièrement dans les pathologies multifocales (par exemple les métastases) ou dans les cas où le niveau pathologique est douteux. Rappelons que les images IRM peuvent être produites dans n'importe quel plan, bien que les coupes axiales, sagittales et coronales soient les plus utilisées.

L'IRM est l'exploration de choix pour la pathologie discale (voir p. 14) et elle est la seule méthode d'exploration directe de la moelle (Fig. 3). Les corticales ne sont pas bien explorées, car le calcium est pauvre en protons ; l'os cortical est représenté sous la forme d'une bande noire, vide de signal. Le signal des corps vertébraux est celui de la moelle osseuse (jaune et graisseux chez l'adulte, rouge et hématopoïétique chez l'enfant). Le remplacement médullaire par une infiltration néoplasique est détecté très tôt par l'IRM, qui est particulièrement sensible pour détecter les atteintes vertébrales métastatiques.

Fig. 3. Malformation artérioveineuse intrarachidienne. L'IRM en coupe sagittale pondérée T2 du rachis thoracique montre un œdème intramédullaire en hypersignal (astérisques). Les structures sinueuses situées immédiatement en arrière de la moelle correspondent aux vaisseaux anormaux (flèche).

Explorations en neuroradiologie 1

- La TDM est l'exploration à demander en première intention chaque fois que l'on soupçonne une hémorragie intracrânienne
- L'IRM est beaucoup plus sensible que la TDM et doit être demandée en première intention dans la majorité des pathologies non urgentes du système nerveux central
- Les séquences d'IRM pondérées T1 montrent bien l'anatomie du système nerveux central
- Les séquences IRM pondérées T2 sont plus sensibles dans la détection des pathologies du parenchyme cérébral
- Les hémorragies ne sont plus détectables en TDM à partir de 1 à 2 semaines, mais peuvent persister pendant des mois ou des années en IRM

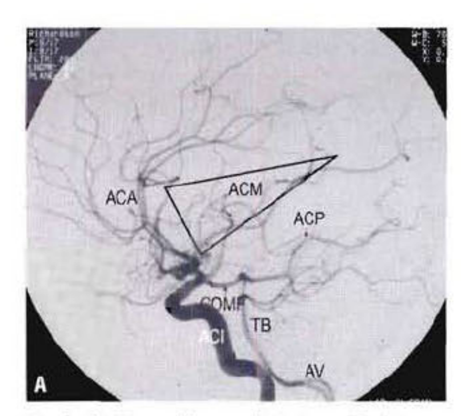
Explorations en neuroradiologie 2

Artériographie

L'injection sélective de produit de contraste iodé dans les vaisseaux cervicaux par l'intermédiaire d'un cathéter mis en place dans les artères carotides et vertébrales reste la référence pour l'artériographie cérébrale.

Les artériographie modernes utilisent des techniques de soustraction numérisées qui permettent d'effacer l'os et les tissus mous et de ne montrer que les vaisseaux craniocervicaux (Fig. 1). L'utilisation de micro-cathéters et de micro-guides insérés à travers des cathéters plus larges constituent la base de la neuroradiologie interventionnelle (thérapeutique).

Des techniques modernes non invasives tentent de remplacer l'artériographie classique diagnostique. L'angio-TDM, possible grâce aux TDM multicoupes de dernière génération, nécessite une injection intraveineuse de produit de contraste iodé. L'angio-RM peut être réalisée avec ou sans injection intraveineuse de gadolinium. Le nouveau développement de l'angiographie numérisée est l'angiographie rotationnelle, dans laquelle le tube à rayons X et le détecteur tournent à l'intérieur d'un arceau. Les datas peuvent être utilisés pour produire des images 3D (artériographie 3D) qui, comme l'angio-TDM et l'angio-RM, sont des images numérisées, qui peuvent être manipulées sur une station de travail et visualisées dans n'importe quelle direction.



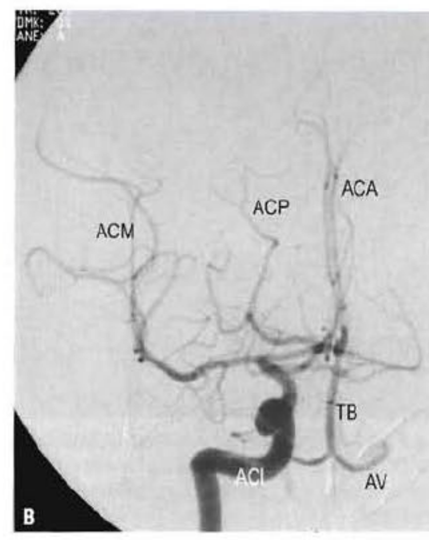
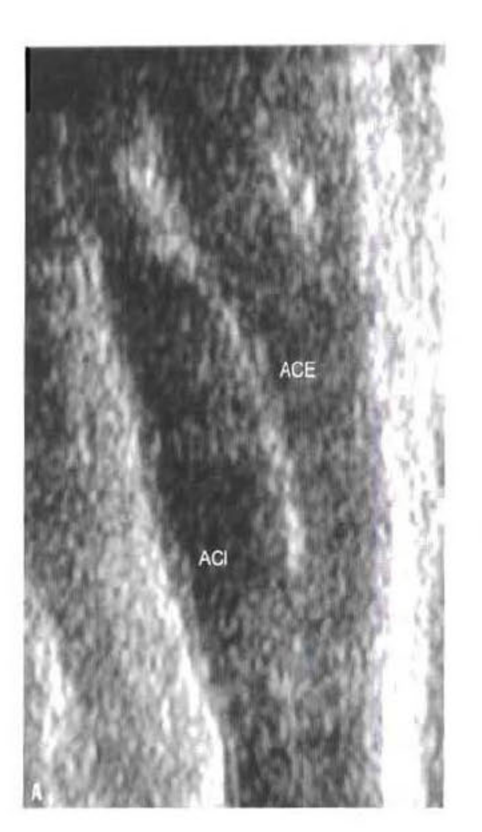
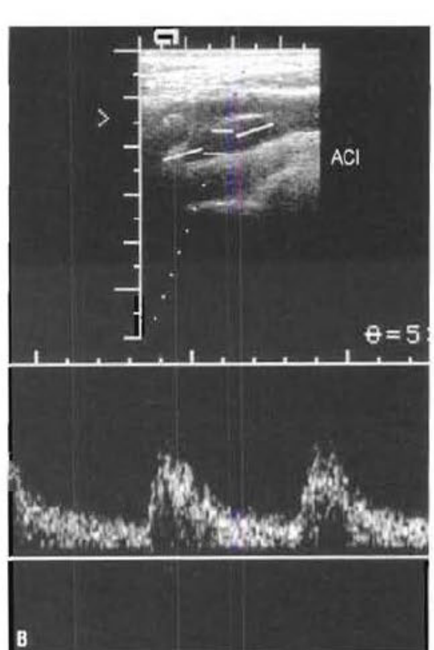


Fig. 1. Artériographie normale de la carotide interne. Cliché de profil (A) et de face (B). Sur une seule incidence, l'orientation 3D de ces artères peut ne pas être appréciée. L'artère cérébrale antérieure est située près de la ligne médiane, les branches de l'artère cérébrale moyenne sont latérales et l'artère cérébrale postérieure siège en arrière. Sur le cliché (A), les branches proximales de l'artère cérébrale moyenne sont situées à l'intérieur du triangle. ACA : artère cérébrale antérieure ; TB : tronc basilaire ; ACI : artère carotide interne ; ACM : artère cérébrale moyenne ; ACP : artère cérébrale postérieure ; COMP : artère communicante postérieure ; AV : artère vertébrale.

Écho-Doppler

L'écho-Doppler est une méthode fiable de détection d'une sténose de l'artère carotide au cou (Fig. 2). L'athérome constitue un facteur de risque de l'accident vasculaire cérébral ; ce risque est majoré en fonction de la sévérité de la sténose et de la nature de la plaque d'athérome. L'étude morphologique (en mode B) analyse les plaques d'athéromes sur les parois vasculaires ; l'étude Doppler mesure la vitesse sanguine ; quand la sténose dépasse 50 %, la





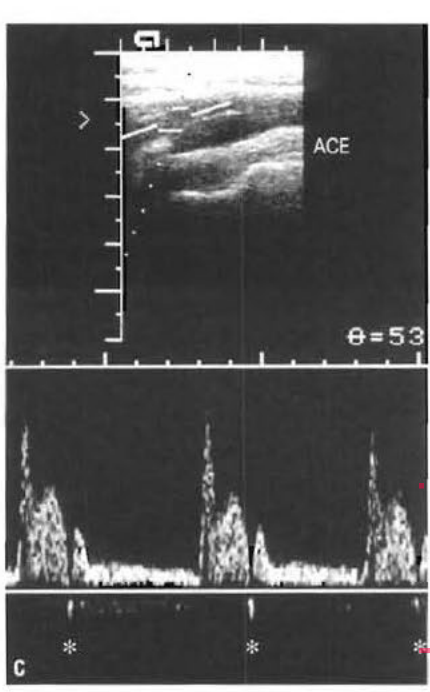


Fig. 2. Écho-Doppler carotidien normal. L'étude morphologique (A) montre l'artère carotide interne (ACI) qui est la plus large et l'artère carotide externe (ACE) qui donne des branches destinées au cou. (B) et (C) Étude Doppler. La vitesse est située sur l'axe y et le temps sur l'axe x. Le tracé de l'artère carotide interne est montré en (B) : il est typique d'une circulation à basse résistance périphérique, avec un flux diastolique important. Le tracé de l'artère carotide externe (C) reflète la résistance périphérique élevée des artères cranio-faciales avec un flux diastolique faible, parfois inversé (astérisque).

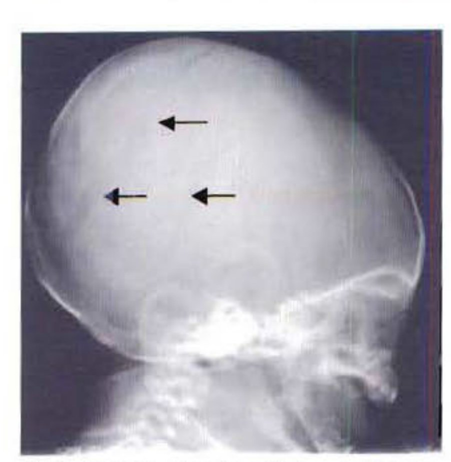


Fig. 3. Cliché de crâne de profil chez un nourrisson – suspicion de syndrome des enfants battus. Fractures pariétales bilatérales (flèches). Le diagnostic final est posé après une étude clinique, radiologique et sociale rigoureuse, qui conduit à des mesures judiciaires.

vitesse augmente proportionnellement avec la sévérité de la sténose.

Radiographie standard

La radiographie standard du crâne n'est pratiquement plus pratiquée dans les pathologies cérébrales, y compris traumatiques, excepté dans le cas du syndrome des enfants battus où le type de fracture peut être important (Fig. 3). Cette radio du crâne n'a pas d'intérêt dans les traumatismes crâniens, car elle est souvent négative et surtout du fait que ce sont les lésions intracrâniennes, seules visibles en TDM, qui ont un intérêt clinique ; la TDM cérébrale en fenêtres osseuses est par ailleurs fiable pour la détection des fractures de la base du crâne et pour les embarrures.

Les radiographies standard du rachis sont indiquées dans les traumatismes de moyenne importance (Fig. 4) ; elles permettent également de suivre l'évolution après traitement. Dans les traumatismes importants (polytraumatisés), au moindre doute de lésion traumatique sur les clichés standard et dans les fractures instables, la TDM rachidienne est indiquée (Fig. 5), permettant d'analyser des lésions traumatiques dans les trois plans de l'espace.

Enfin les clichés dynamiques de profil en flexion et extension sont utiles dans le diagnostic d'entorse grave.

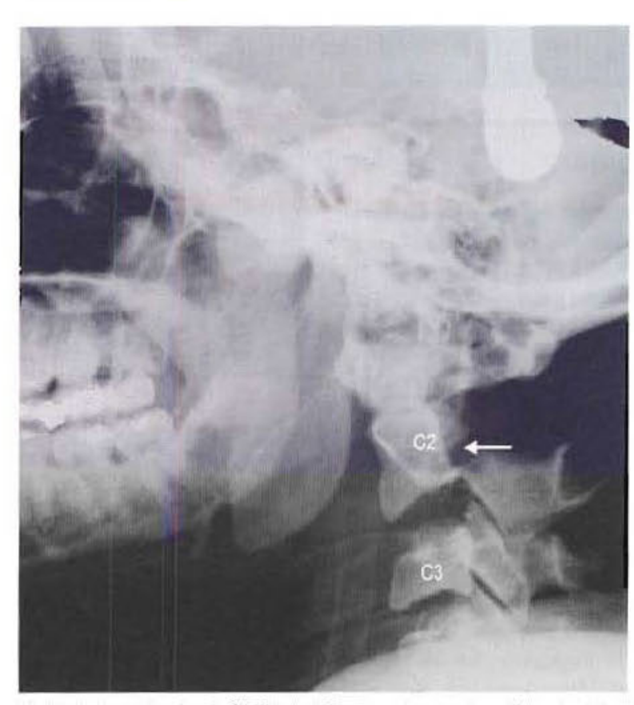


Fig. 4. Fracture bilatérale des pédicules de C2 (flèche). Fracture du « pendu ». Noter l'antélystésis du corps de C2 et le recul de l'arc postérieur de C2.

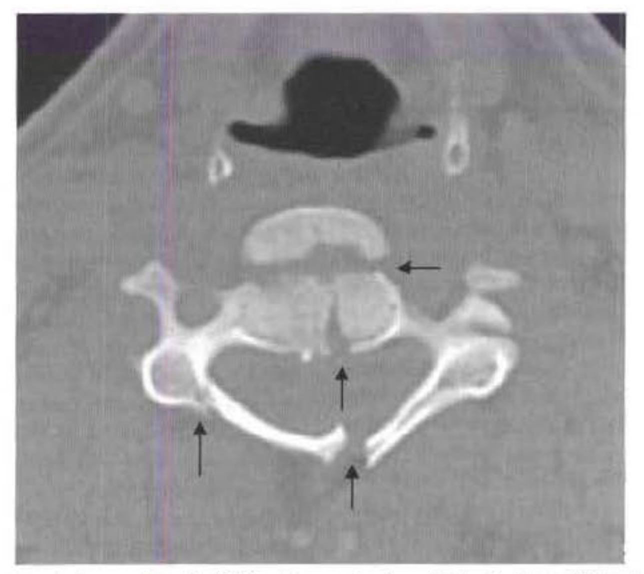


Fig. 5. Fracture cervicale complexe. La TDM axiale montre de multiples fractures (flèches). Noter le trou transversaire qui contient les artères vertébrales, qui peuvent être lésées dans les traumatismes cervicaux sévères.

Explorations en neuroradiologie 2

- L'artériographie carotidienne et vertébrale constitue encore la référence pour analyser les vaisseaux sanguins intracrâniens (neuroradiologie interventionnelle)
- Les techniques non invasives tendent à remplacer l'artériographie classique dans les problèmes diagnostiques : angio-TDM, qui nécessite une injection intraveineuse de produit de contraste iodé, et angio-RM nécessitant ou non l'injection intraveineuse de gadolinium
- L'échographie Doppler est un examen utile dans la détection des plaques d'athérome des carotides et dans le diagnostic de sévérité des sténoses vasculaires
- Les clichés standard du crâne ne sont pratiquement plus réalisés en raison de leur absence de fiabilité diagnostique

Explorations en neuroradiologie 3

Myélographie

La myélographie est une exploration invasive du canal rachidien qui est actuellement remplacée par l'IRM. Cet examen n'est réalisé que chez les patients qui présentent une contre-indication à l'IRM.

Du produit de contraste iodé est injecté dans l'espace sous-arachnoïdien lors d'une ponction lombaire ou d'une ponction sous-occipitale : les racines nerveuses et la moelle, entourées de produit de contraste, sont donc vues en négatif. Les clichés standard de myélographie sont généralement suivis d'une TDM (myélo-TDM) ; répétons-le, la myélographie n'est réalisée que chez les patients présentant une contre-indication à l'IRM.

La sacco-radiculographie (où les clichés sont centrés sur l'étage lombaire, pour voir les racines de la queue de cheval) garde quelques indications, comme le canal lombaire étroit (en préopératoire), car elle représente la seule exploration du canal rachidien réalisable en position debout.

Cisternographie

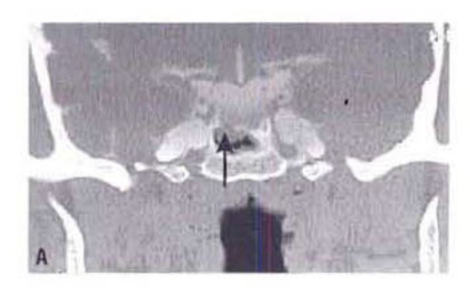
Le produit de contraste iodé injecté lors d'une ponction lombaire peut être dirigé dans les espaces sous-arachnoïdiens cérébraux en positionnant le malade avec soin. Le but est d'identifier le site exact d'une fuite de liquide cérébro-spinal à travers une brèche durale le long de la base du crâne, à la suite d'un traumatisme ou d'une intervention (Fig. 1). Cette pathologie se traduit cliniquement soit par une rhinorrhée (fuite de liquide cérébro-spinal (LCS) à travers le nez) ou une otorrhée (fuite de liquide cérébro-spinal par l'oreille).

Ce diagnostic doit être également suspecté chez les patients présentant des méningites récidivantes.

La fuite de LCS doit être importante pour que l'examen soit positif ; de plus, si la TDM préalable montre une fracture osseuse à l'endroit soupçonné, la cysternographie n'est pas toujours nécessaire.

Spectroscopie IRM

L'IRM utilise les propriétés magnétiques des protons situés dans l'eau pour créer des images ; mais il y a beaucoup de protons dans d'autres molécules qui ne contribuent pas à cette image. Ces protons sont présents en quantité infime comparés à ceux de l'eau, mais beaucoup sont situés dans des composés qui ont un intérêt considérable pour les cliniciens et les chercheurs. Bien qu'il soit impossible de réaliser des images anatomiques à partir de ces composés, la spectroscopie par IRM peut mesurer leur concentration relative à l'intérieur d'un tissu in vivo, et présenter ces concentrations à l'aide d'un spectre (Fig. 2). Dans le cerveau, quelques composés utiles peuvent être mesurés, permettant une mesure fiable de l'activité métabolique à l'intérieur d'un volume donné. Parmi les composés les plus importants, le n-acétyl aspartate (NAA) donne une indication du nombre des neurones et des axones viables présents ; par exemple, il est diminué de façon significative dans l'infarctus. La choline mesure le renouvellement de la membrane cellulaire ; elle est généralement élevée dans les tumeurs comme les gliomes. Le lactate peut être mis en évidence dans de nombreuses situations pathologiques comportant une chute du métabolisme aérobique normal. La spectroscopie IRM est utilisée en routine clinique en association à l'IRM, afin d'établir le degré de malignité des tumeurs cérébrales et d'affiner les spécificités de l'IRM chez les patients présentant des pathologies de la substance blanche.



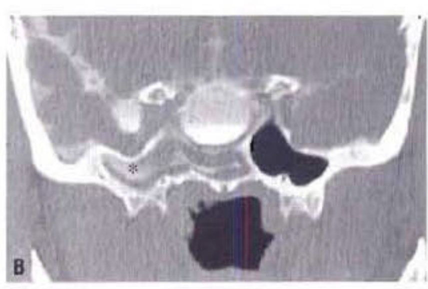
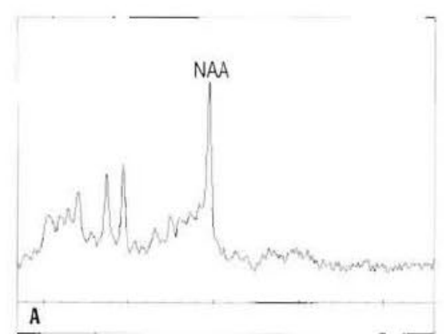


Fig. 1. Cisternographie TDM. Ces coupes coronales montrent un défect dans le plancher de la fosse pituitaire (flèche) (A). Le produit de contraste (astérisque) s'est insinué dans le sinus sphénoïdal, qui n'est pas aéré en raison de l'antécédent d'exérèse transsphénoïdale d'une tumeur hypophysaire.



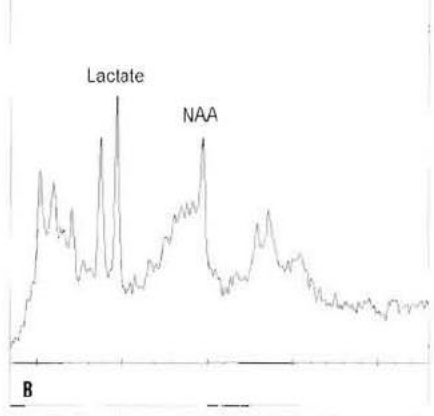


Fig. 2. Spectroscopie IRM. (A) Spectre normal : noter le spectre central important de NAA, représentant les neurones et axones normaux. (B) Spectre anormal chez un enfant présentant un infarctus cérébral : le pic de NAA est nettement diminué et on note l'apparition d'un pic anormal représentant les lactates (avec la permission du Dr Shawn Halpin, consultant de neuroradiologie, hôpital universitaire de Cardiff).

Tomographie par émission de positrons

La tomographie par émission de positrons (TEP) associe des radio-isotopes présentant une demi-vie relativement courte à une localisation spatiale fiable des lésions. Le traceur le plus utilisé en routine est le ^{18}fluoro-déoxyglucose, qui est incorporé dans le cycle de la glycolyse. Métaboliquement actives, les cellules néoplasiques sont donc identifiées sous la forme d'une hyperfixation. Parmi ses indications variées, celle-ci a prouvé qu'elle pouvait distinguer une récidive tumorale cérébrale (métaboliquement active) de séquelles postradiques (métaboliquement inactives), qui peuvent avoir un aspect similaire en IRM (Fig. 3). La TEP est maintenant couplée à une TDM, sous l'appellation de TEPscan.

Indication de l'imagerie en neurologie

Le choix de l'imagerie adaptée dépend grandement du problème clinique et donc de la symptomatologie et de l'examen neurologique ; la disponibilité locale plus faible de l'IRM joue aussi un rôle en pratique.

Urgences neurologiques

En situation d'urgence, le problème majeur est de distinguer avec fiabilité les patients nécessitant un traitement urgent des autres. Le tableau clinique joue un rôle fondamental dans cette stratégie.

La TDM cérébrale est l'investigation de choix dans la majorité des urgences neuro-

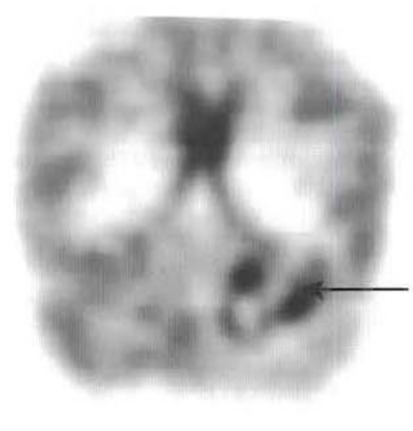


Fig. 3. TEP-scan au ^{18}FDG montrant la récidive d'une métastase d'un cancer du côlon (flèche), après résection chirurgicale et radiothérapie postopératoire. Coupes axiale (A) et coronale (B).

logiques : le coma, quand une cause neurologique est possible, l'accident vasculaire cérébral ou l'hémorragie cérébrale, méningée ou extracérébrale, et enfin le traumatisme crânien.

Chez un patient présentant des signes d'hypertension intracrânienne, l'imagerie demandée en première intention sera la TDM ou l'IRM en fonction de la sévérité du tableau clinique. L'hypertension intracrânienne peut provenir des pathologies que l'on vient de citer, mais également d'une tumeur ou d'un abcès intracrânien où l'IRM est toujours indiquée en préopératoire. L'IRM est également indiquée lorsqu'un infarctus de la fosse postérieure est suspecté, en raison de la mauvaise sensibilité du scanner pour la fosse postérieure.

Dans un deuxième temps, un AVC (accident vasculaire cérébral) nécessite une artériographie des artères cervicales, qu'il s'agisse d'une angio-RM ou d'une angio-TDM, plus qu'une angiographie classique avec cathétérisme artériel. Dans l'exploration des hémorragies méningées et intracérébrales, les imageries vasculaires les moins invasives, comme l'angio-RM ou l'angio-TDM, sont de plus en plus utilisées, bien que l'artériographie classique par voie artérielle reste la référence.

Une crise d'épilepsie, sans traumatisme secondaire, chez un patient épileptique connu, ne nécessite aucune exploration d'imagerie. Enfin, la TDM cérébrale n'est pas systématique avant une ponction lombaire : en particulier, la TDM n'est pas nécessaire chez un patient présentant une méningite sans signes neurologiques focaux.

Pathologies rachidiennes

Les traumatismes rachidiens sont explorés par des clichés standard et/ou la TDM. L'association d'un traumatisme crânien et rachidien est bien connue : dans les traumatismes sévères, chez un patient inconscient, on demandera à la fois une TDM cérébrale et rachidienne (souvent associée à une TDM thoraco-abdo-pelvienne).

Dans les traumatismes, l'IRM est fiable pour l'analyse de la moelle, des espaces périmédullaires (contusion et hémorragie), des ligaments et des disques intervertébraux.

Chez les patients présentant une compression médullaire ou radiculaire, l'IRM est l'exploration de choix. Les clichés standard apportent peu chez les patients présentant une lombalgie et une sciatique.

Pathologies ambulatoires, non urgentes

Les symptômes neurologiques fréquents comme la céphalée chronique, les vertiges ou la surdité sont explorés par une IRM dans la majorité des cas, pour éliminer une pathologie causale. Un examen clinique attentif doit comme toujours précéder la demande d'IRM : en particulier, une céphalée banale ne nécessite aucun examen d'imagerie, et une suspicion de schwannome (neurinome) de l'acoustique nécessite une exploration ORL avant de réaliser l'IRM. Quand la céphalée et la douleur faciale sont liées à une sinusite résistant au traitement médical, une TDM des sinus doit être demandée.

Les accidents ischémiques transitoires nécessitent un écho-Doppler associé à une IRM ou une TDM ; on peut remplacer ces deux examens par une TDM cérébrale associée à une angio-TDM cervicale ou bien par une IRM associée à une angio-RM.

Les anomalies congénitales cérébrales ou médullaires et tous les types d'épilepsie doivent demander d'emblée une IRM.

Remerciements

Nous remercions le Dr Shawn Halpin, neuroradiologiste consultant de l'hôpital universitaire de Cardiff, pour sa contribution au chapitre sur la spectroscopie par IRM.

Explorations en neuroradiologie 3

- L'IRM est l'exploration de choix pour toutes les pathologies affectant le rachis, la moelle et les racines
- La myélographie n'est indiquée que chez les patients présentant une contre-indication à l'IRM
- La spectroscopie IRM est de plus en plus utilisée en pratique clinique pour affiner les diagnostics d'IRM
- La tomographie par émission de positrons (TEP) peut être utilisée pour distinguer une récidive tumorale d'une séquelle postradique. Elle a beaucoup d'autres applications en cancérologie autre que neurologique

Accident vasculaire cérébral ischémique

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est défini par l'apparition brutale d'un déficit neurologique focal d'origine vasculaire présumée, durant classiquement plus de 24 heures. Avec la nécessité d'instituer un traitement thrombolytique idéalement dans les trois premières heures (dans les centres spécialisés, et en l'absence de contre-indication), l'élément temps dans cette définition devient moins clair.

La majorité des AVC sont d'origine ischémique et résultent d'une maladie thrombo-embolique, dont l'origine est située sur la bifurcation de l'artère carotide au cou, qui est le siège de prédilection de l'athérome. Les pathologies cardiaques sont aussi une source potentielle d'embolies, particulièrement chez les patients dont le ventricule gauche ischémique se contracte mal et contient des thrombus. L'hématome cérébral est la deuxième cause habituelle d'AVC ; rarement des tumeurs cérébrales peuvent être responsables du même tableau, même en l'absence d'hémorragie intratumorale.

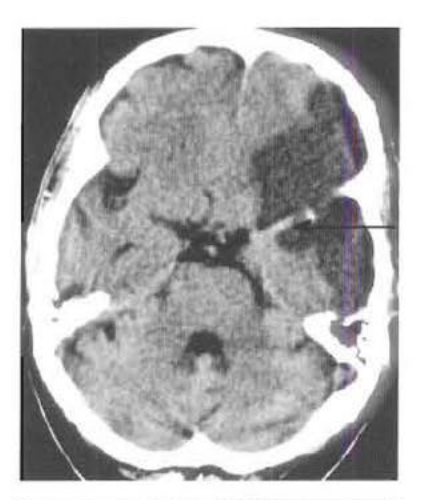


Fig. 1. Infarctus. (A) Cette TDM cérébrale montre l'artère cérébrale moyenne anormalement hyperdense car thrombosée (flèche). Noter l'hypodensité franche, atteignant à la fois la substance blanche et la substance grise, située dans le territoire cérébral moyen gauche. (B) Chez un autre patient, infarctus cérébral moyen droit datant de plusieurs jours : hypodensité franche, atteignant la substance blanche et la substance grise, dans le territoire vasculaire cérébral moyen ; il s'associe à un effacement des sillons, ainsi que de la corne frontale et du carrefour ventriculaire droits.

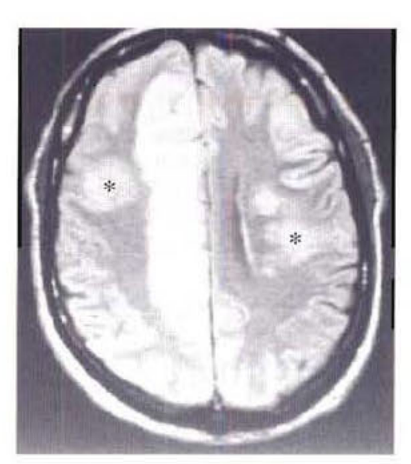


Fig. 2. Embolies cérébrales multiples. Cette IRM montre l'infarctus cérébral antérieur droit en hypersignal, de topographie typique (en bande juxta-hémisphérique sur les coupes hautes). Il existe également des infarctus cérébraux moyens bilatéraux (astérisques).

Imagerie de l'AVC

Un AVC se révèle le plus souvent par une hémiparésie d'apparition brutale, secondaire à l'occlusion de l'artère cérébrale moyenne ou de la carotide interne ; cependant une variété de syndromes cliniques peut s'observer, dépendant du territoire vasculaire concerné. La TDM d'un infarctus montre une hypodensité correspondant à un contenu hydrique anormalement élevé dans le territoire vasculaire (Fig. 1A, 1B et 2) ; cette TDM peut être normale dans les 24 premières heures. L'infarctus secondaire à une thrombose du tronc basilaire peut se manifester par un œdème du cervelet, une obstruction du quatrième ventricule et une hydrocéphalie, constituant une urgence neurochirurgicale (Fig. 3). L'ischémie cérébrale peut provenir d'une pathologie des petits vaisseaux intracrâniens qui affecte la substance blanche, qui est la moins bien vascularisée, entraînant des lésions ischémiques angiopathiques ou des petits vaisseaux (Fig. 4). D'une manière générale, l'IRM est beaucoup plus sensible que la TDM pour détecter un AVC ischémique dans les premières heures, et aussi les petites lésions (Fig. 2), particulièrement celles de la fosse postérieure ; l'angio-RM est également un apport important.

Cette IRM est absolument indispensable dans les centres spécialisés qui reçoivent les patients présentant un AVC dans les premières heures, afin de pouvoir poser l'indication d'un éventuel traitement thrombolytique. Dans la majorité des autres cas vus plus tardivement, la TDM est généralement suffisante : elle est le plus souvent normale dans les premières heures, mais permet surtout d'éliminer un accident hémorragique qui contre-indiquerait tout traitement anti-coagulant.

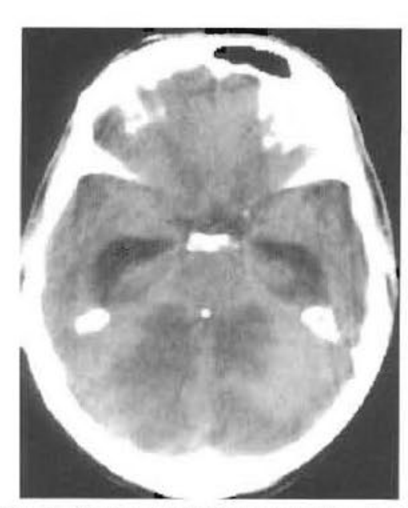


Fig. 3. Infarctus cérébelleux secondaire à une thrombose du tronc basilaire. Cette TDM montre une zone hypodense cérébelleuse. Noter la dilatation des cornes inférieures (temporales) des ventricules latéraux (astérisque), correspondant à l'hydrocéphalie secondaire à l'obstruction du quatrième ventricule.

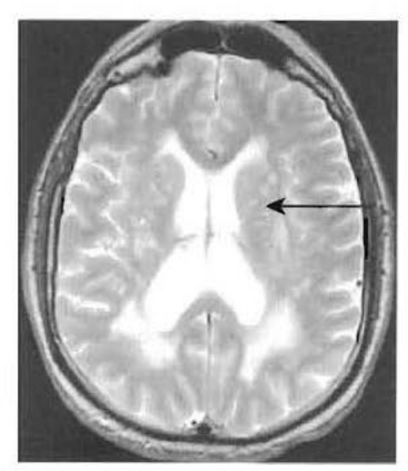


Fig. 4. Lésions ischémiques des petits vaisseaux. Cette IRM montre des lésions arrondies infracentimétriques en hypersignal dans les noyaux gris centraux, associées à des lésions confluentes de la substance blanche périventriculaire.

Infarctus hémorragiques

Ces infarctus hémorragiques surviennent lors de la dissolution de l'embole et de la reperfusion de la région ischémique. Cette transformation hémorragique survient généralement après l'accident ischémique initial et entraîne une aggravation des signes cliniques, qui doivent faire demander une nouvelle TDM.

Dissection des artères carotides et vertébrales cervicales

Une ischémie cérébrale peut être liée à la dissection des artères carotides ou verté-

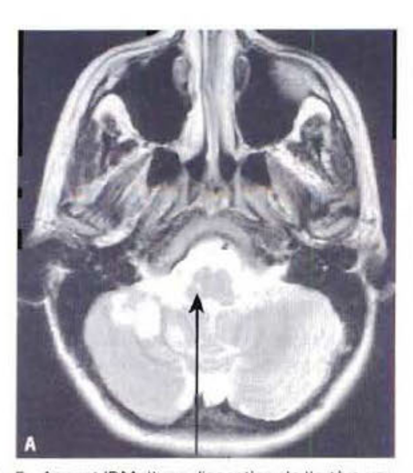


Fig. 5. Aspect IRM d'une dissection de l'artère vertébrale. Présence d'infarctus dans l'hémisphère cérébelleux et dans la moelle allongée (flèche), témoignant de l'excellente sensibilité de l'IRM. Angio-RM de l'artère vertébrale cervicale, montrant l'irrégularité de ses contours, secondaire à la dissection artérielle (flèches).

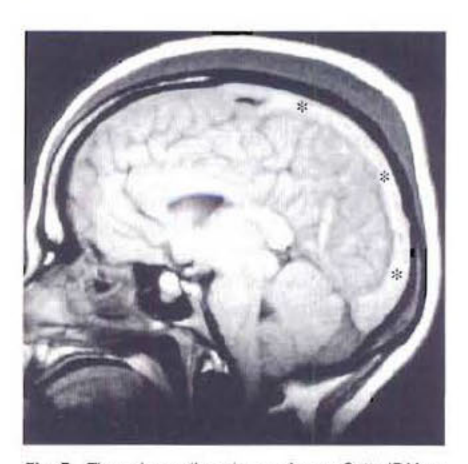
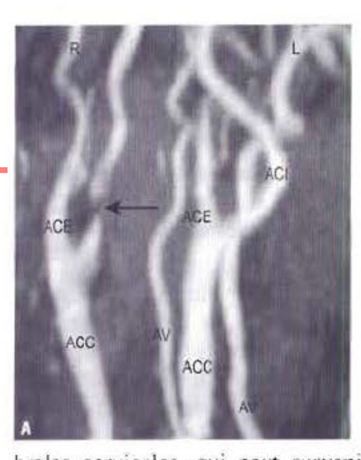
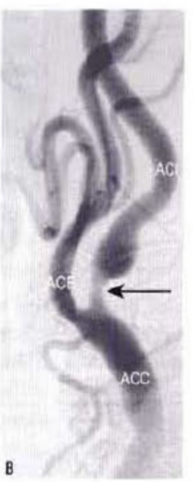


Fig. 7. Thrombose d'un sinus veineux. Cette IRM en coupe sagittale montre la thrombose du sinus sagittal supérieur (astérisques).





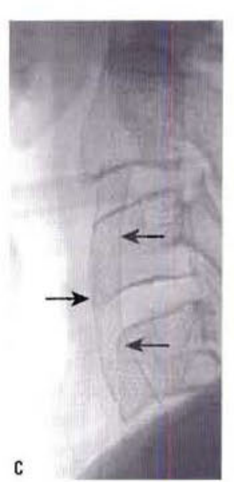


Fig. 6. Sténose de l'artère carotide interne sur une angio-RM. (A) La sténose est visible sur l'artère carotide interne droite (flèche). L'artère carotide interne gauche est normale. AV : artère vertébrale ; ACC : artère carotide commune ; ACE : artère carotide externe. ACI : artère carotide interne. (B) Artériographie sélective de l'artère carotide commune de profil, montrant la sténose de l'artère carotide interne (flèche). (C) Mise en place d'une prothèse (flèches). (D) Contrôle artériographique après mise en place de cette prothèse.

brales cervicales, qui peut survenir après un traumatisme mineur ou même apparemment spontanément ; l'imagerie permet actuellement de mieux les détecter (Fig. 5). Cliniquement, une ischémie cérébrale apparaissant à la suite d'une douleur cervicale chez un jeune adulte doit faire soupçonner le diagnostic.

Thrombo-embolie

Jusqu'à 80 % des AVC ischémiques sont liés à une thrombo-embolie provenant d'une pathologie athéromateuse située à la bifurcation carotidienne. Si la sténose est sévère, une endartériectomie carotidienne ou une endoprothèse sera nécessaire chez certains patients soigneusement sélectionnés, afin d'éviter un deuxième AVC (Fig. 6). Quand la sténose est moins sévère, le traitement médical, par les anti-agrégants plaquettaires (tel l'acide salicylique), est préféré. L'écho-Doppler des artères carotides est l'examen réalisé en première intention, de plus en plus suivi d'une angio-RM ou d'une angio-TDM, nettement moins invasifs que l'artériographie classique avec cathétérisme sélectif, dangereux chez ce type de malade (risque de mobiliser une plaque d'athérome lors du cathétérisme et d'entraîner une embolie cérébrale).

Thrombose veineuse cérébrale

Les AVC ischémiques peuvent provenir également d'une thrombose veineuse cérébrale. Cliniquement, il s'agit typiquement d'une jeune femme qui présente, quelques semaines après un accouchement, des convulsions, des signes neurologiques focaux et, dans les cas les plus sévères, un coma. L'imagerie montre des infarctus hémorragiques et une thrombose d'un sinus veineux (Fig. 7).

AVC ischémique

- La majorité des AVC sont ischémiques
- La cause habituelle est une thrombo-embolie provenant soit d'une plaque d'athérome située à la bifurcation carotidienne au cou, soit d'un thrombus cardiaque
- Chez le malade vu après les trois premières heures, dans les centres non spécialisés, la TDM est le premier examen à demander : elle est le plus souvent normale dans les 24 premières heures, mais a pour intérêt d'éliminer un accident hémorragique
- Dans les centres spécialisés, quand le patient est vu dans les trois premières heures, l'IRM demandée en urgence permet de poser les indications d'un éventuel traitement thrombolytique
- L'écho-Doppler carotidien, le plus souvent suivi d'une angio-RM pour confirmation, recherche une lésion athéromateuse carotidienne et apprécie sa sévérité
- Un AVC ischémique peut secondairement devenir hémorragique
- Plus rarement, un AVC peut provenir d'une dissection carotidienne ou vertébrale ou d'une phlébite cérébrale

Hémorragie cérébrale

L'hématome cérébral spontané est souvent associé à une hypertension artérielle (comme l'accident vasculaire cérébral ischémique). L'hématome secondaire à une hypertension artérielle (HTA) est typiquement situé dans les noyaux gris centraux (Fig. 1) et entraîne une hémiplégie brutale qu'il est très difficile, sinon impossible, de distinguer cliniquement d'une hémiplégie de nature ischémique.

L'hématome chez l'hypertendu peut également siéger dans le tronc cérébral.

Si l'hématome est volumineux, il va entraîner un effet de masse, responsable d'une hypertension intracrânienne et peut dans ce cas nécessiter une évacuation chirurgicale urgente.

L'hémorragie est très facile à identifier en TDM au stade aigu, en raison de son hyperdensité spontanée, ce qui explique le rôle primordial de la TDM dans les urgences neurologiques, qu'elles soient traumatiques ou non. Cet hématome est visible au stade aigu, contrairement à l'ischémie, qui peut mettre 12 à 24 heures pour apparaître. La sémiologie de l'hémorragie en IRM est beaucoup plus complexe en raison des différents produits de dégradation de l'hémoglobine qui ont chacun un aspect IRM différent. L'hématome subaigu (entre 1 et 8 semaines) est typiquement en hypersignal à la fois en séquence T1 et T2, en raison de la présence de méthémoglobine (Fig. 2). L'hématome chronique (de plus de 8 semaines) est, de plus, entouré d'une couronne en hyposignal franc, mieux vue en séquence T2. Ainsi l'hématome aigu est beaucoup mieux vu en TDM au stade aigu, alors qu'il est beaucoup mieux détecté en IRM au stade subaigu et chronique où il persiste de plusieurs semaines à plusieurs années, alors qu'en TDM il ne persiste que

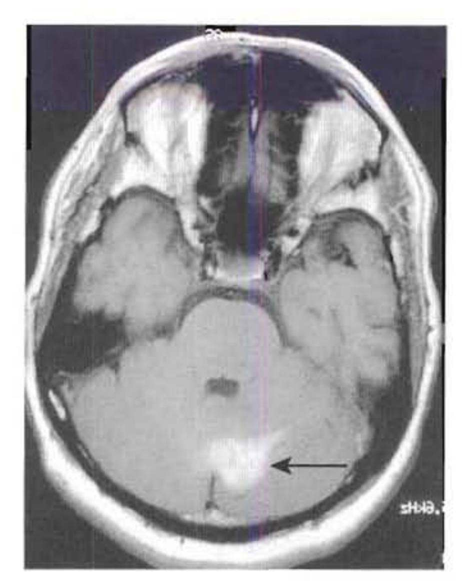


Fig. 2. Hématome cérébelleux (flèche) ayant l'aspect d'un hypersignal sur cette IRM en séquence T1 (hématome subaigu).

quelques jours (voir p. 100).

Si le tableau clinique et l'aspect TDM sont typiques d'un hématome chez un patient hypertendu, aucune autre imagerie ne doit être demandée.

Il faut cependant avoir toujours à l'esprit qu'une hémorragie cérébrale peut être également secondaire à une malformation artérioveineuse cérébrale (MAV) ou à une tumeur. Une MAV correspond à la présence anormale d'artères et de veines qui communiquent, sans l'intermédiaire de lit capillaire (Fig. 3). Cette malformation congénitale est pourtant rarement révélée chez l'enfant ; elle se révèle plus souvent chez des adultes entre 20 et 30 ans, présentant une épilepsie, une céphalée ou un déficit neurologique progressif et une hémorragie cérébrale. Le déficit neurologique survient quand il existe un détournement (un vol) du flux sanguin normal cérébral par les vaisseaux à haut débit traversant la MAV. L'IRM et l'angiographie avec cathétérisme sélectif sont nécessaires pour analyser la MAV ; le neuroradiologiste peut réaliser une embolisation pour diminuer la taille de la MAV avant exérèse chirurgicale ou radiothérapie (Fig. 4).

L'angiome caverneux ou cavernome est un autre type de malformation vasculaire cérébrale. Il peut entraîner une épilepsie ou saigner et peut être multiple. Parfois sa transmission est héréditaire. L'artériographie cérébrale est normale, d'où le terme de « malformation vasculaire occulte ». L'aspect IRM est cependant typique et l'artériographie rarement nécessaire. Le cavernome consiste en une couronne de très bas signal (vide de signal) due à de l'hémosidérine entourant un centre en hypersignal (blanc) correspondant à la méthémoglobine (Fig. 5). L'aspect est similaire sur les séquences T1 et T2. Les cavernomes ont un contour polylobé, les distinguant de simples hémorragies chroniques.

Lorsque l'on soupçonne une hémorragie d'être secondaire à une tumeur (primitive ou secondaire), il peut être utile de redemander une imagerie un peu à distance, quand l'hématome a régressé. Cela n'est pas nécessaire lorsque la tumeur n'est pas complètement hémorragique et peut donc être reconnue d'emblée, en dehors des zones hémorragiques.

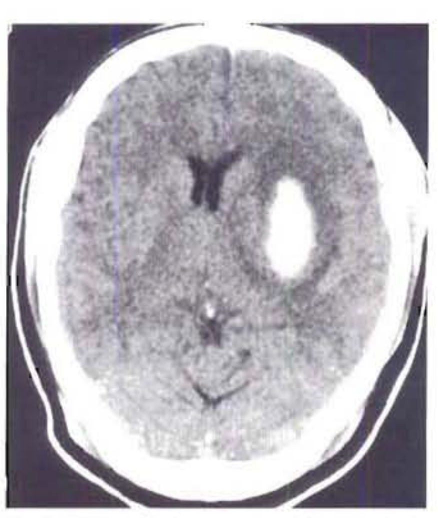


Fig. 1. TDM cérébrale montrant un hématome lenticulaire chez un patient hypertendu (hyperdensité spontanée).

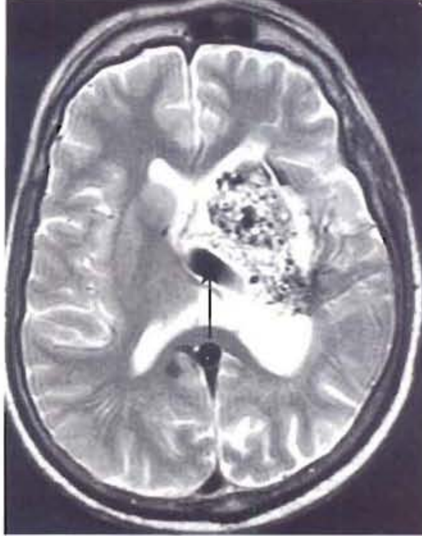
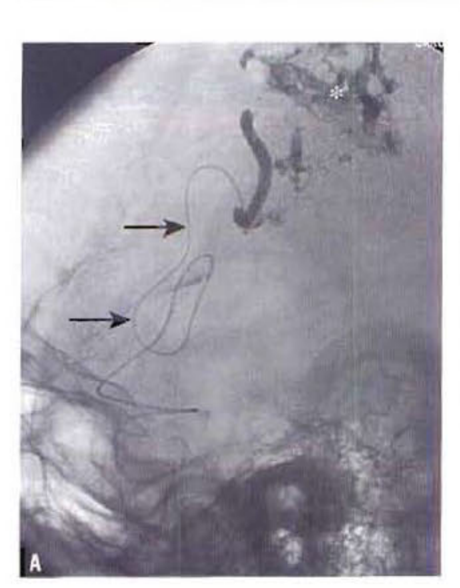


Fig. 3. Malformation artérioveineuse cérébrale. L'IRM montre de multiples structures canalaires sinueuses en hyposignal très franc (elles sont vides de signal). Elles représentent des vaisseaux, les plus volumineux étant les veines de drainage (flèche).



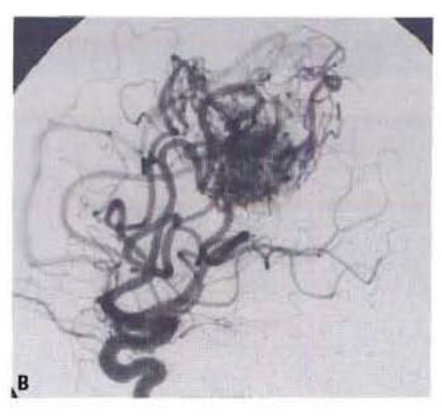


Fig. 4. Embolisation d'une malformation artérioveineuse (MAV). (A) Le micro-cathéter (flèches) est visible dans l'artère qui vascularise la MAV. Un mélange de colle et de produit de contraste a été injecté dans le « nidus » ou centre de la MAV (astérisque). (B) et (C) Artériographies carotidiennes, avant (B) et après (C) embolisation de la MAV que nous avons vue en (A).

Fig. 5. Cavernome. Cette IRM axiale pondérée T2 montre un cavernome typique du lobe temporal droit, sous la forme d'une masse en hypersignal entourée d'un anneau en hyposignal (saignement chronique).

Hémorragie cérébrale

- L'hémorragie cérébrale peut entraîner des signes cliniques identiques à ceux de l'accident vasculaire cérébral ischémique
- L'hématome cérébral chez le patient hypertendu affecte le plus souvent les noyaux gris centraux
- La TDM est l'examen demandé en première intention
- Une cause sous-jacente à l'hémorragie cérébrale ne doit pas être méconnue (tumeur, malformation artérioveineuse)
- La TDM est le meilleur examen pour détecter un hématome à la phase aiguë, alors que l'IRM est la meilleure exploration pour faire le diagnostic d'hématome subaigu ou chronique.
- L'IRM est le meilleur examen pour détecter les cavernomes

Hémorragie méningée

L'hémorragie méningée spontanée résulte généralement de la rupture d'un anévrysme, le plus souvent situé sur le polygone de Willis, à la base du crâne (Fig. 1). Quarante pour cent des anévrysmes se développent sur les artères cérébrales antérieures, 30 % sur l'artère carotide interne, 22 % sur l'artère cérébrale moyenne et 8 % sur les artères vertébrales et le tronc basilaire. Ces artères, et particulièrement le polygone de Willis, sont situées dans l'espace sous-arachnoïdien qui contient le liquide cérébro-spinal (LCS). Il existe, à la face inférieure du cerveau, de nombreuses citernes qui communiquent entre elles et qui contiennent du LCS. Le cercle de Willis est situé dans la citerne suprasellaire, au-dessus de l'hypophyse. Une hémorragie méningée par rupture d'anévrysme se mélange donc avec le LCS et entraîne cliniquement une céphalée intense, avec nausées, vomissements et raideur de la nuque.

Une hémorragie peut se rompre dans les ventricules, entraînant une hémorragie intraventriculaire avec hydrocéphalie. Cette hydrocéphalie peut être secondaire à un caillot entraînant un obstacle intraventriculaire au flux du LCS, ou bien à une incapacité de résorption du LCS par les granulations arachnoïdiennes.

Une rupture d'anévrysme peut aussi entraîner une hémorragie intracérébrale et parfois un hématome sous-dural.

Cette pathologie est plus fréquente chez les femmes, et son pronostic est sévère : 1/3 de mortalité, 1/3 de séquelles neurologiques et 1/3 de restitution à la normale. Le traitement médical lutte contre les effets nocifs de l'hémorragie sur le cerveau, en particulier le vasospasme artériel conduisant à une ischémie cérébrale. Le traitement chirurgical ou endovasculaire de l'anévrysme a pour but de prévenir les récidives hémorragiques qui surviennent le plus souvent dans les deux semaines suivant la première rupture. L'hydrocéphalie requiert également une intervention chirurgicale.

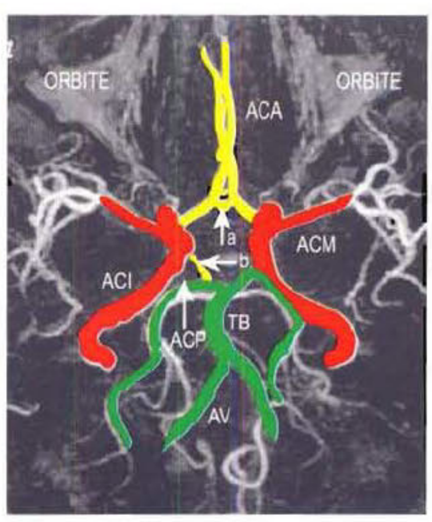


Fig. 1. Angio-RM normale montrant le polygone de Willis. a : artère communicante antérieure ; b : artère communicante postérieure ; ACA : artère cérébrale antérieure ; ACM : artère cérébrale moyenne ; ACI : artère carotide interne ; TB : tronc basilaire ; ACP : artère cérébrale postérieure ; AV : artère vertébrale.

Exploration d'un patient suspect d'hémorragie méningée

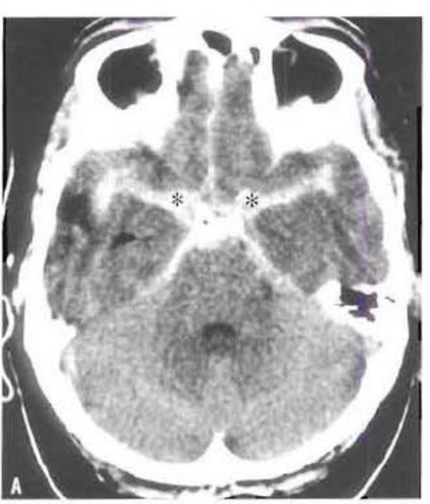
TDM

La suspicion clinique d'hémorragie méningée doit faire demander en première intention une TDM qui peut à la fois confirmer le diagnostic et identifier le site probable de l'anévrysme causal (noter que 20 % de ces patients ont deux anévrysmes ou plus).

Fig. 3. Rupture d'un anévrysme de l'artère communicante antérieure. La TDM montre l'hémorragie située, d'une part, dans le lobe frontal et, d'autre part, dans le système ventriculaire.

La visibilité d'une hémorragie méningée en TDM dépend à la fois de la quantité du saignement et de l'intervalle entre le début de l'hémorragie et la TDM. Typiquement, l'hémorragie sous-arachnoïdienne remplace les citernes de la base remplies de LCS normalement hypodense (noir) par un liquide hémorragique hyperdense (blanc) (Fig. 2). Le repérage de l'anévrysme rompu est plus facile lorsqu'il s'associe une hémorragie intracérébrale (Fig. 3).

L'aspect hyperdense du LCS en TDM va disparaître avec le temps et peut ne pas être visible si l'hémorragie est minime. *Il est*



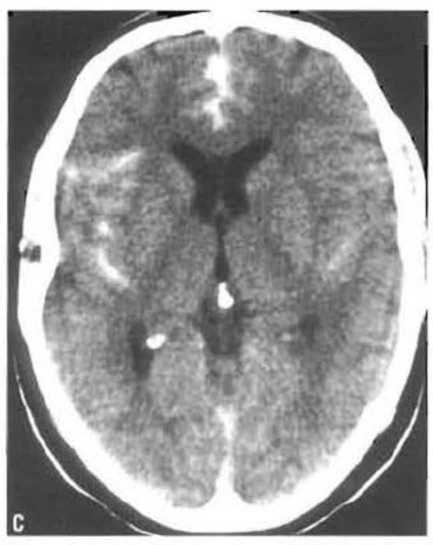


Fig. 2. Hémorragie méningée. (A), (B), (C) La TDM montre l'aspect anormalement hyperdense du liquide cérébro-spinal situé dans les sillons et dans les citernes (astérisque), témoignant de la présence d'une hémorragie sous-arachnoïdienne. L'ovale montre le chiasma optique vu en négatif à l'intérieur de la citerne suprasellaire dense.

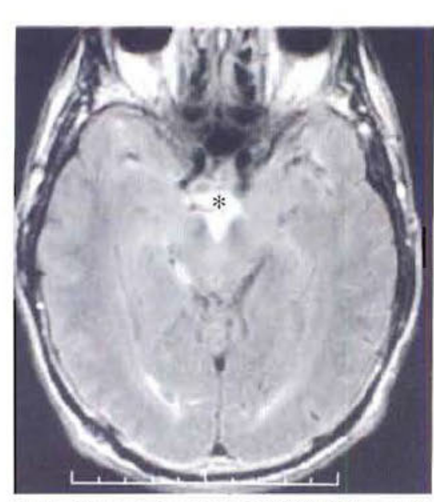
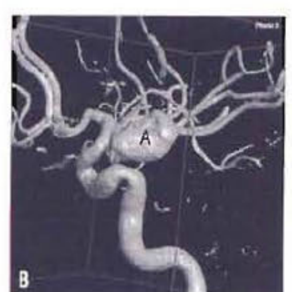
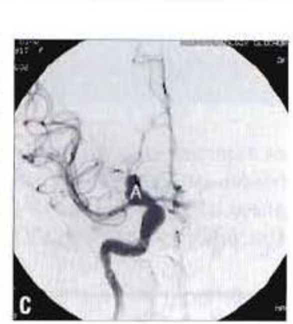


Fig. 4. Hémorragie méningée en IRM : l'hémorragie est visible sur cette séquence axiale FLAIR (astérisque).





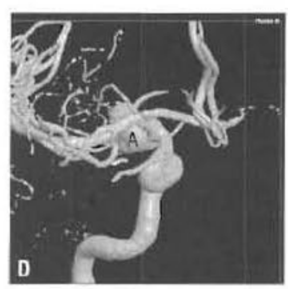


Fig. 5. Embolisation d'un anévrysme de l'artère carotide interne à l'aide d'un coil. Anévrysme (A) se développant à l'origine de l'artère communicante postérieure. (A et B) Artériographie conventionnelle et 3D de profil. (C et D) Artériographie conventionnelle et 3D de face. (E) Un coil métallique, inséré dans un micro-cathéter, est positionné au sein du sac anévrysmal.

donc très important de savoir qu'une TDM normale n'exclut pas une hémorragie méningée. Dans ce cas, une ponction lombaire doit être réalisée afin d'analyser le LCS.

Lorsque l'état du patient s'aggrave avant ou après le traitement chirurgical, une TDM peut être demandée pour rechercher une cause, comme une récidive hémorragique, une hydrocéphalie ou une ischémie cérébrale par vasospasme. Le vasospasme survient le plus souvent entre 3 et 13 jours après le début de l'hémorragie méningée et il peut être indiqué d'opérer le patient tôt, avant le début du vasospasme, si l'état du patient le permet.

Intérêt de l'IRM, particulièrement de la séquence FLAIR

L'IRM est peu sensible dans le diagnostic d'hémorragie méningée et n'est pas utilisée en routine chez ces patients. Cependant, un patient présentant une hémorragie méningée peut être adressé à tort en IRM, si le tableau clinique n'est pas typique. La séquence FLAIR est la seule qui puisse détecter une hémorragie méningée de façon fiable (Fig. 4).

Artériographie

Bien que l'artériographie conventionnelle par cathétérisme sélectif reste encore le *gold standard* pour l'évaluation préopératoire des anévrysmes, l'angio-RM et particulièrement l'angio-TDM sont de plus en plus utilisées dans un but diagnostique.

Radiologie interventionnelle

Les techniques de traitement neuroradiologique endovasculaire remplacent de plus en plus le traitement chirurgical des anévrysmes. Des coils métalliques sont insérés dans le sac anévrysmal (à travers un micro-cathéter) de façon à entraîner une thrombose du sac anévrysmal et prévenir un saignement ultérieur (Fig. 5).

> ***Hémorragie méningée***
>
> - La TDM est l'exploration de choix pour le diagnostic d'une hémorragie méningée et la détection de ses complications éventuelles
> - La TDM peut aider à localiser l'anévrysme responsable
> - Une TDM normale n'exclut pas le diagnostic d'hémorragie méningée

Tumeurs intracrâniennes 1

Les tumeurs intracrâniennes peuvent être divisées en deux catégories : les tumeurs intra-axiales (intrinsèques) et les tumeurs extra-axiales (extrinsèques).

Tumeurs intra-axiales

Les tumeurs intra-axiales sont situées dans le cerveau lui-même et sont généralement malignes, à un degré plus ou moins important. Elles sont classées selon le type de cellules dont elles sont constituées ; leur grade est fonction de différents indicateurs histologiques de malignité (Encadré 1). La tumeur maligne qui a le plus mauvais pronostic est le glioblastome (Fig. 1).

La présence d'une calcification à l'intérieur d'une tumeur intra-axiale primitive est le témoin d'une tumeur moins agressive, alors que le rehaussement tumoral après injection intraveineuse de produit de contraste indique plutôt un processus malin (avec des exceptions). Une tumeur initialement peu évolutive peut devenir agressive, expliquant qu'une calcification puisse se rencontrer dans une tumeur primitive hautement maligne. Les tumeurs cérébrales peuvent être primitives ou secondaires (métastases). Les métastases cérébrales proviennent le plus souvent de cancers du poumon, du sein ou du mélanome. L'œdème peut accompagner les tumeurs bénignes comme les tumeurs malignes. Bien que la distinction puisse être difficile entre les tumeurs primitive et secondaire, les métastases s'accompagnent généralement d'un œdème volumineux, alors que les tumeurs primitives sont généralement plus volumineuses que l'œdème périphérique (Fig. 2). On ne doit cependant pas oublier que l'« œdème » entourant une tumeur primitive qui prend le contraste peut également contenir des cellules tumorales. Des lésions multiples évoquent naturellement des métastases, mais les gliomes sont parfois multifocaux.

En général, les tumeurs cérébrales primitives ne métastasent pas en dehors du système nerveux central (encéphale et moelle). Elles peuvent en effet disséminer par l'intermédiaire du liquide cérébrospinal (LCS) dans l'espace sous-arachnoïdien, entraînant des lésions cérébrales, médullaires ou méningées (Fig. 3).

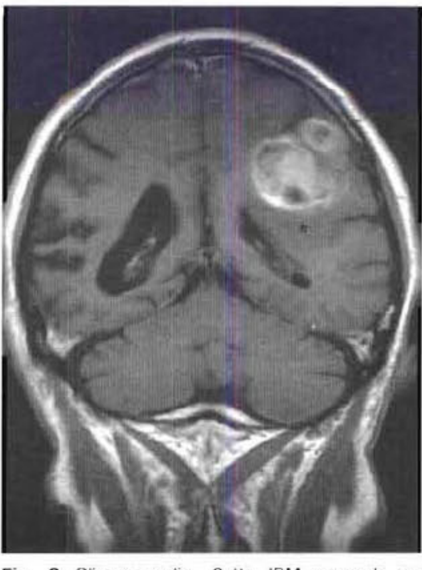


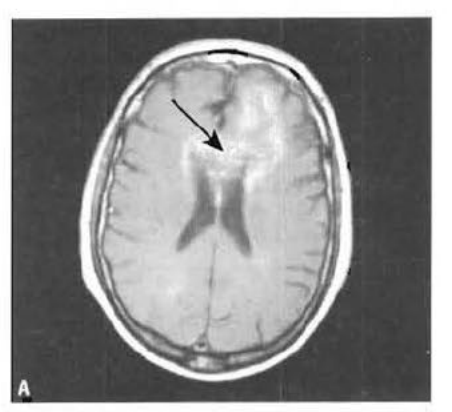
Fig. 2. Gliome malin. Cette IRM coronale en séquence T1 après injection de gadolinium montre cette tumeur hypervascularisée du lobe pariétal (elle se rehausse après injection de produit de contraste). Il existe relativement peu d'œdème en périphérie (astérisque).

Encadré 1. **Tumeurs intracrâniennes**

Intra-axiales (se développant dans le cerveau)
Gliomes
- Astrocytome
- Oligodendrogliome
- Épendymome
- Gangliogliome

Tumeur neuro-ectodermique primitive (médulloblastome)
Lymphome primitif
Métastases (mais elles peuvent être aussi extra-axiales, comme celles du cancer du sein ou de la prostate)

Extra-axiales (intracrâniennes mais extra-cérébrales)
Méningiome
Tumeurs de la région pinéale
Tumeur des nerfs crâniens (exemple : schwannome (neurinome) de l'acoustique)
Chordome
Cranio-pharyngiome
Tumeur épidermoïde
Tumeur dermoïde



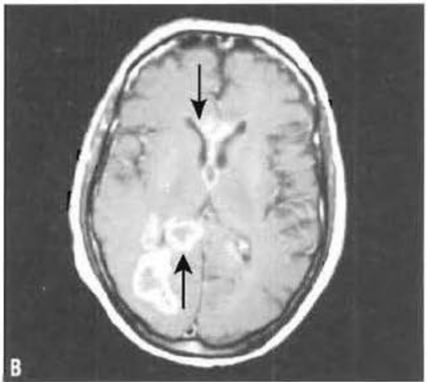


Fig. 1. Glioblastome-IRM axiale en séquence T1 après injection de gadolinium (A) et (B). Cette tumeur hautement maligne est hypervascularisée en périphérie et atteint les deux hémisphères, traversant le corps calleux (flèches), qui fait communiquer les hémisphères.

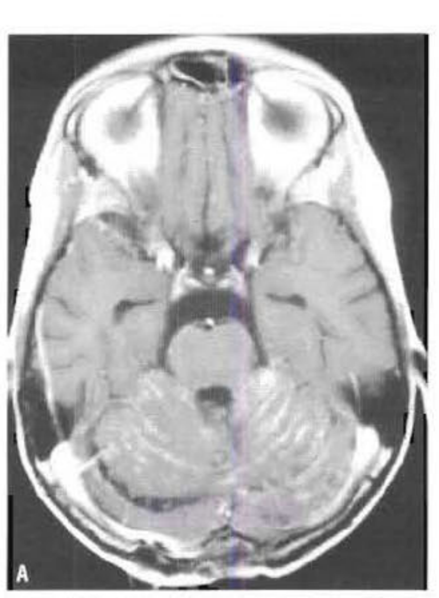


Fig. 3. Métastases de médulloblastome. IRM en séquence T1 après injection de gadolinium en coupes axiale (A) et sagittale (B). Les métastases infiltrent la périphérie de l'encéphale et de la moelle.

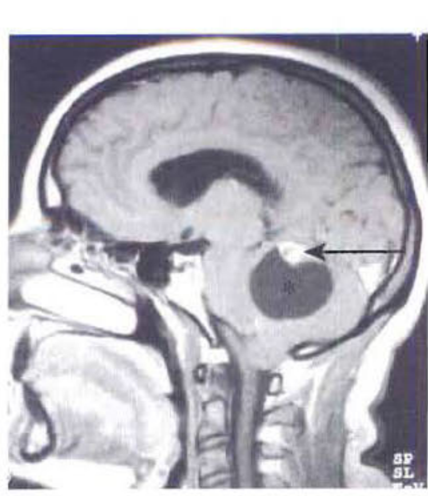


Fig. 4. Hémangioblastome kystique du cervelet (astérisque). Cette IRM T1 sagittale après injection de gadolinium montre un nodule pariétal qui prend le contraste (flèche). Le reste de la tumeur a un contingent kystique (astérisque). Cet aspect est très proche de celui d'un astrocytome kystique.

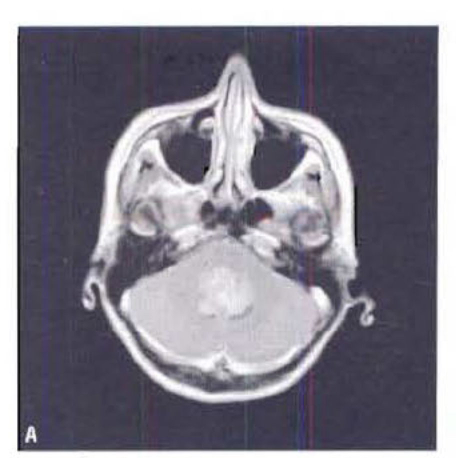
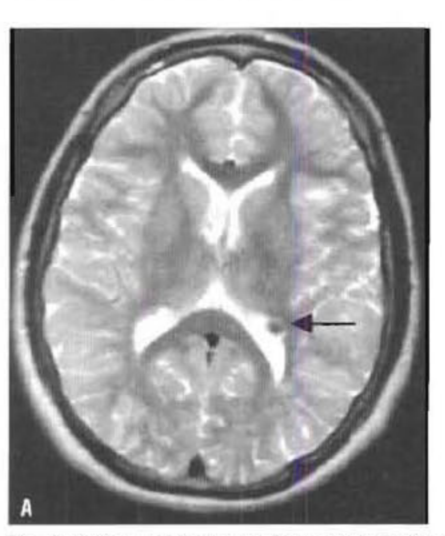


Fig. 6. Épendymome – IRM T1 après injection de gadolinium en coupe axiale (A) et sagittale (B). La tumeur s'est développée dans le quatrième ventricule et s'est étendue à travers le foramen de Magendie dans l'espace sous-arachnoïdien périmédullaire postérieur.

Fig. 5. Gliome du pont (astérisque) – IRM sagittale en séquence T1. Le pont est hypertrophié et contient une masse en hyposignal. Noter un effet de masse important avec engagement des amygdales cérébelleuses (T) et de la moelle allongée (M) qui se déplacent vers le bas à travers le foramen magnum (ligne pointillée).



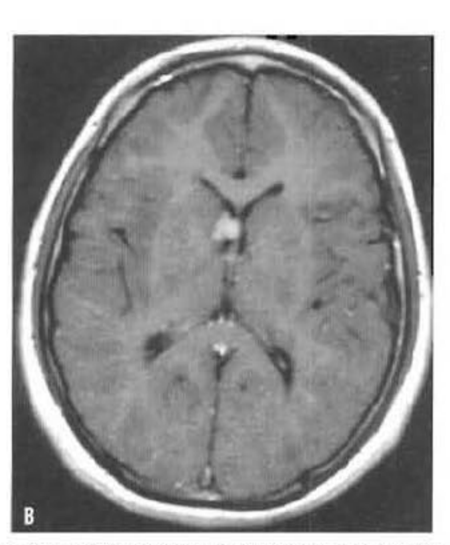


Fig. 7. Sclérose tubéreuse. La coupe axiale d'IRM pondérée T2 (A) montre un nodule sous-épendymaire (flèche). L'IRM axiale pondérée T1 (B) après injection de gadolinium montre un astrocytome sous épendymaire qui prend le contraste, proche du foramen de Monro.

Une tumeur intra-axiale du cervelet chez un adulte doit être considérée comme une métastase jusqu'à preuve du contraire. Des tumeurs primitives, cependant, peuvent survenir dans le cervelet (Fig. 4). Le tronc cérébral et le cervelet sont les localisations préférentielles des tumeurs cérébrales de l'enfant (Fig. 5).

La maladie de Von Hippel-Lindau est une maladie héréditaire autosomique dominante ; elle est associée à de multiples hémangioblastomes survenant dans le cervelet, la moelle et à la rétine. Ces patients ont également un risque élevé de développer un phéochromocytome, un cancer du rein et des kystes du foie, du pancréas et du rein.

Les tumeurs cérébrales peuvent également se développer dans les ventricules, à partir de l'épendyme (Fig. 6) et un des plexus choroïdes qui sécrètent le LCS. Noter cependant que les méningiomes peuvent être de topographie intraventriculaire.

La sclérose tubéreuse est une maladie rare qui peut s'associer à des tumeurs cérébrales. Comme la neurofibromatose (voir p.114), elle associe des lésions cutanées et du système nerveux central (syndrome neurocutané). La sclérose tubéreuse peut être héréditaire selon le mode autosomique dominant, mais survient le plus souvent spontanément. Les patients présentent un retard mental et une épilepsie.

Les anomalies cérébrales sont multiples, comme les tubers corticaux et les nodules sous-épendymaires, pouvant l'un comme l'autre se calcifier ; les astrocytomes à cellules géantes se développent dans la région du foramen de Monro, qui relie le troisième ventricule au ventricule latéral (Fig. 7). Ces tumeurs sont généralement asymptomatiques, mais peuvent entraîner une hydrocéphalie obstructive avec une dilatation du ventricule latéral.

Tumeurs intracrâniennes 1

- Les tumeurs intracrâniennes peuvent être intra-axiales ou extra-axiales. Les tumeurs intra-axiales sont généralement malignes ; les tumeurs extra-axiales sont généralement bénignes
- Les tumeurs primitives cérébrales entraînent rarement des métastases extracérébrales
- Les tumeurs intra-axiales du cervelet chez l'adulte sont des métastases jusqu'à preuve du contraire
- L'IRM est très supérieure à la TDM en matière de tumeurs cérébrales : elle est beaucoup plus sensible, et permet un bilan d'extension locorégional beaucoup plus fiable
- L'imagerie (TDM ou IRM) ne peut différencier avec fiabilité une récidive tumorale d'une séquelle postradique

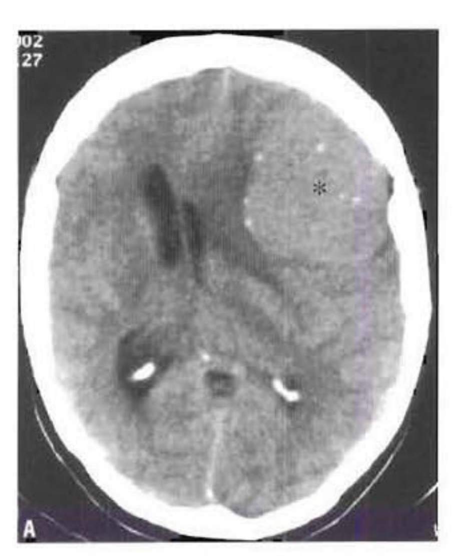
Tumeurs intracrâniennes 2

Tumeurs extra-axiales

Les tumeurs extra-axiales sont intracrâniennes mais extracérébrales et sont généralement bénignes (voir encadré 1 p. 112 pour la liste des tumeurs intra- et extra-axiales). L'exemple typique est le méningiome, se développant à partir de la dure-mère qui entoure le cerveau et longe la face interne de la voûte et de la base du crâne.

Méningiome

Les tumeurs se développant à partir des méninges sont les tumeurs intracrâniennes les plus fréquentes. Elles sont généralement très bien limitées et n'entraînent de symptômes que lorsqu'elles exercent une compression sur le cerveau sous-jacent. Elles n'envahissent pas le cerveau adjacent, mais pénètrent souvent dans l'os adjacent, entraînant une hyperostose ou une érosion osseuse. Les sinus veineux sont souvent envahis. Les méningiomes sont situés dans la région du sinus longitudinal supérieur, de l'os sphénoïdal et aussi autour de la selle turcique. Elles surviennent le plus souvent chez les femmes âgées ou d'âge mûr et ont un aspect typique en imagerie (Fig. 1 et 2). Quinze pour cent de ces tumeurs sont calcifiées.



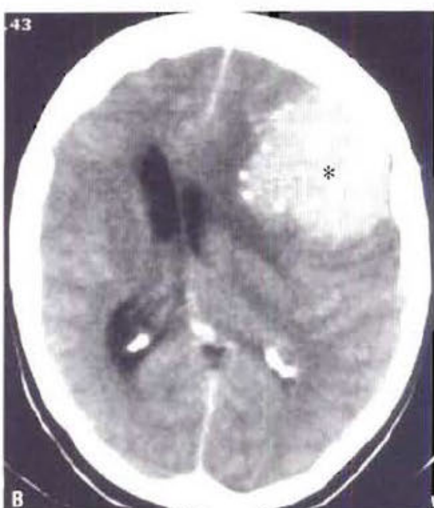


Fig. 1. Méningiome – TDM avant (A) et après (B) injection intraveineuse de produit de contraste iodé. Cette tumeur (astérisque) contient un semis de calcifications et a une large base d'implantation sur la table interne de la voûte du crâne, qui est longée par la dure-mère qui donne naissance à cette tumeur. Noter la prise de contraste homogène et l'effet de masse.

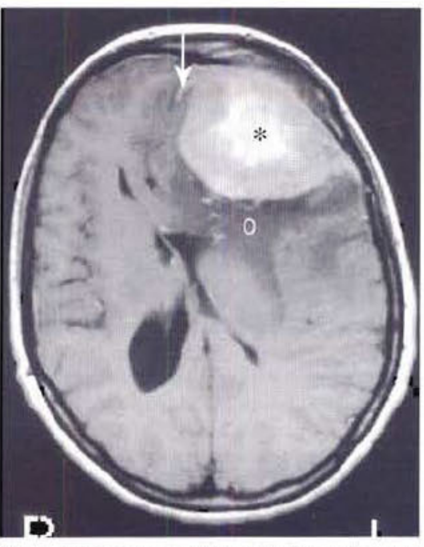


Fig. 2. Méningiome (astérisque) (même patient que figure 1) – IRM en séquence T1 après injection intraveineuse de gadolinium. Noter l'épaississement de la dure-mère en périphérie de la tumeur (flèche) qui est typique, quoique non spécifique du méningiome. L'œdème périphérique (O) présente un hyposignal.

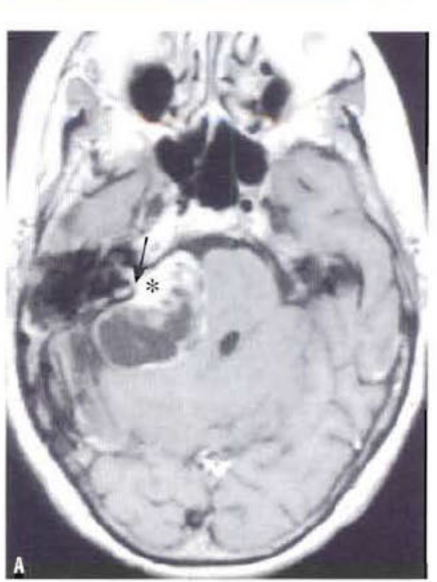
Schwannome (neurinome) de l'acoustique

Le schwannome de l'acoustique naît de la division vestibulaire du nerf vestibulo-cochléaire (VIII) au sein du méat acoustique interne, et se développe ensuite dans la fosse postérieure, dans l'angle ponto-cérébelleux (Fig. 3).

Cette tumeur peut s'observer dans la neurofibromatose, qui est une dysplasie mésodermique héréditaire, où le schwannome est souvent bilatéral et peut s'associer à d'autres schwannomes ainsi qu'à d'autres tumeurs du système nerveux central. Il existe deux types de neurofibromatose (NF1 et NF2), toutes deux héréditaires.

La neurofibromatose NF1 associe des lésions cutanées (taches café au lait et neurofibromes), des gliomes d'évolution généralement lente du chiasma ou bien des hémisphères cérébraux ou du cervelet.

Le signe pathognomonique de la neurofibromatose NF2 (qui est plus rare) est la présence d'un schwannome bilatéral de l'acoustique. Ces patients peuvent aussi présenter des schwannomes d'autres nerfs crâniens et de racines nerveuses, ainsi que des méningiomes.



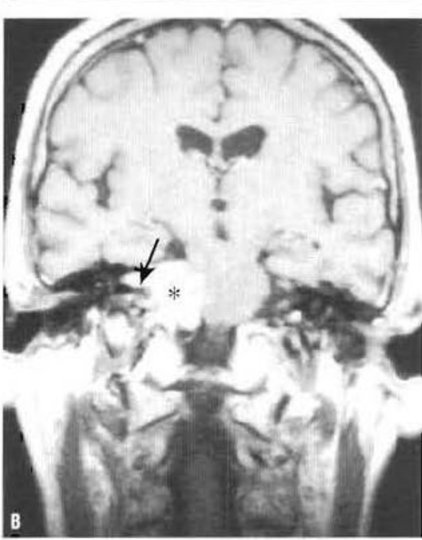


Fig. 3. Schwannome (neurinome) de l'acoustique (*) se développant sur le 8[e] nerf crânien dans le méat acoustique interne (flèche). IRM en séquence T1 après injection intraveineuse de produit de contraste en coupe axiale (A) et coronale (B). Il s'agit d'un aspect typique de tumeur extra-axiale développée sur le nerf cochléo-vestibulaire (VIII) et s'étendant dans l'angle ponto-cérébelleux.

La figure 3 montre un aspect typique de tumeur extra-axiale : étant volumineuse, elle comprime le tronc cérébral et le cervelet.

Le schwannome de l'acoustique est la tumeur la plus fréquente (90 %) de l'angle ponto-cérebelleux (entre le pont, le cervelet et la partie interne de l'os pétreux).

En deuxième position, arrivent les méningiomes et loin derrière les tumeurs épidermoïdes.

Imagerie des tumeurs intracrâniennes

Le but de l'imagerie est de détecter une tumeur potentielle, de la caractériser autant que possible, de la localiser précisément

sur le plan anatomique et de rechercher un éventuel effet de masse comme une hydrocéphalie ou une hernie. À l'exception des calcifications, c'est l'IRM qui répond le mieux à l'ensemble de ces questions.

La présence d'une masse ou d'un œdème cérébral, quelle que soit sa cause, peut entraîner un effet de masse important, une hydrocéphalie et une hernie cérébrale. La hernie correspond au déplacement d'une structure d'un compartiment cérébral à un autre. Ces compartiments sont séparés par de la dure-mère qui n'est pas élastique. La hernie sous-tentorielle correspond à un déplacement d'un hémisphère cérébral vers le côté controlatéral, sous la faux du cerveau ; ce déplacement est plus important en avant, là où la faux est plus effilée (Fig. 2). L'effet de masse peut s'exercer vers le bas avec déplacement des amygdales cérébelleuses vers le bas, à travers le foramen magnum (Fig. 5 p. 113).

L'effet de masse peut entraîner une compression du tronc cérébral qui peut être fatale.

Enfin, il peut être difficile de distinguer une tumeur d'un abcès sur l'imagerie seule, particulièrement lorsque la masse a une composante centrale kystique, avec une prise de contraste périphérique.

Après traitement, l'imagerie est nécessaire pour confirmer l'excision totale d'une tumeur bénigne ou bien pour surveiller la progression d'une tumeur maligne. Les séquelles postradiques peuvent simuler parfaitement une récidive tumorale aussi bien en IRM qu'en TDM et il peut être nécessaire de recourir à la tomographie par émission de positrons (TEP) ou à la spectroscopie RM, afin de pouvoir les distinguer.

Tumeurs intracrâniennes 2

- L'IRM est l'imagerie de choix
- Il peut être difficile de distinguer une tumeur d'un abcès sur l'imagerie seule
- Les séquelles postradiques peuvent simuler une récidive tumorale sur l'IRM ou la TDM
- La tomographie par émission de positrons ou la spectroscopie RM peuvent être utilisées pour affirmer une récidive tumorale après la chirurgie et la radiothérapie

Hypophyse et région périsellaire

L'hypophyse est située à l'intérieur de la selle turcique (ou fosse pituitaire), à la face supérieure du corps du sphénoïde, dans la fosse cérébrale moyenne (Fig. 1). Elle sécrète de nombreuses hormones provenant soit de l'anté-, soit de la posthypophyse. Une hypophyse normale ne mesure pas plus de 10 mm de haut chez les femmes en activité génitale (elle peut mesurer jusqu'à 12 mm en fin de grossesse et en postpartum). La limite supérieure de l'hypophyse ne doit pas être convexe, en dehors de ces deux conditions.

La tige pituitaire provient de la posthypophyse et se dirige vers le haut et un peu en arrière, vers l'hypothalamus. Juste en avant de cette tige pituitaire, se trouve le chiasma optique ; au-dessus de la glande hypophysaire, au sein du LCS de la citerne suprasellaire, se situe le polygone de Willis. Les sinus caverneux sont situés de chaque côté de l'hypophyse. Il s'agit d'espaces veineux extraduraux traversés par le troisième (oculomoteur), quatrième (trochléaire) et sixième (abducens) nerfs crâniens qui sont les nerfs oculomoteurs.

La branche ophtalmique (V-1) et maxillaire (V-2) du cinquième nerf crânien (nerf trigéminal) et l'artère carotide interne traversent également chacun de ces sinus caverneux.

Situé juste en dessous de la selle turcique, le sinus sphénoïdal, contenant de l'air, facilite l'abord chirurgical transphénoïdal des tumeurs hypophysaires.

Tumeurs hypophysaires

De nombreuses tumeurs peuvent se développer dans l'hypophyse. Les micro-adénomes, qui mesurent moins de 1 cm, sont découverts soit de façon fortuite (20 %), soit devant un tableau clinique lié à l'hyper-production hormonale de ce micro-adénome (Fig. 2). Le plus fréquent est l'adénome à prolactine (30 %) ; cette tumeur sécrète de la prolactine, est plus fréquente chez les femmes, et entraîne une aménorrhée, une galactorrhée et une stérilité.

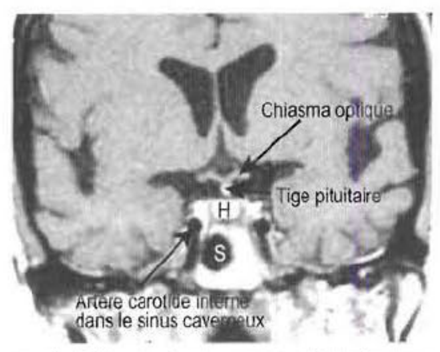


Fig. 1. IRM normale : coupe coronale en séquence T1 après injection de gadolinium. H : hypophyse ; S : sinus sphénoïdal (rempli d'air).

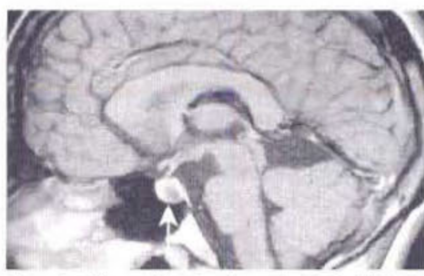


Fig. 2. Micro-adénome hypophysaire (flèche). Nodule infracentimétrique restant en hyposignal sur cette séquence sagittale T1 après injection de gadolinium.

Quand l'adénome sécrète de l'hormone de croissance, il entraîne un gigantisme avant la puberté et une acromégalie chez l'adulte.

La maladie de Cushing (à distinguer du syndrome de Cushing) résulte d'un adénome hypophysaire sécrétant de l'ACTH en excès, responsable d'un hypercorticisme.

Imagerie de l'hypophyse

Le meilleur examen d'imagerie de l'hypophyse est l'IRM.

Micro-adénome

Les micro-adénomes se présentent comme de petits nodules situés dans l'hypophyse et qui modifient très peu sa taille et sa forme. L'hypophyse normale ne possède pas de barrière hémato-encéphalique, ce qui explique que son signal se rehausse après injection intraveineuse de gadolinium intraveineux.

L'IRM en séquence T1 sans injection peut être normale en cas de micro-adénome ou ne montrer qu'une discrète hypertrophie ; l'injection intraveineuse de gadolinium met bien en évidence l'adénome, qui lui ne se rehausse pas, contrairement à l'hypophyse normale adjacente ; quand des clichés dynamiques sont réalisés, l'adénome se rehausse plus lentement que la glande normale. Dans la maladie de Cushing, les adénomes sont difficiles à mettre en évidence en raison de leur petite taille ; un dosage hormonal sélectif dans les sinus pétreux (qui drainent le sang veineux des sinus caverneux) peut être nécessaire si l'IRM est normale.

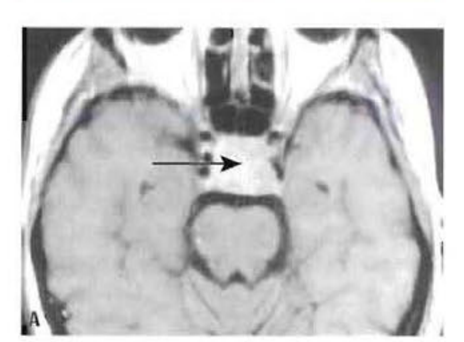
Kyste de la poche de Rathke

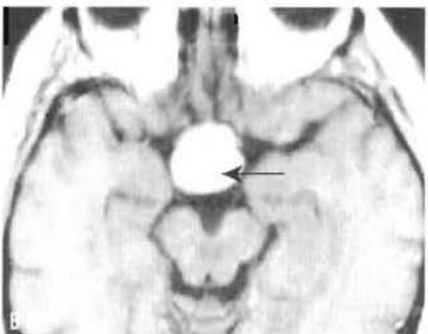
Il s'agit de kystes non fonctionnels, qui peuvent parfois être volumineux.

Macro-adénome

Les tumeurs volumineuses, qui sont souvent « non sécrétantes », sont généralement des macro-adénomes et peuvent comprimer les structures adjacentes, comme le chiasma optique situé immédiatement au-dessus et en avant de l'hypophyse. L'anomalie classique du champ visuel est l'hémianopsie bitemporale. Ces tumeurs peuvent également entraîner une insuffisance hypophysaire, qui peut se révéler sur le mode aigu, même dans des petites tumeurs, en cas d'hémorragie intratumorale. Le macro-adénome typique, avec développement suprasellaire, a une forme typique bilobée en coupe coronale [son rétrécissement, à sa partie moyenne, est lié à la compression par le diaphragme sellaire, qui forme le toit de la fosse pituitaire (Fig. 3)]. La selle turcique est élargie, ballonisée.

L'extension d'une tumeur hypophysaire latéralement, vers les sinus caverneux, peut entraîner une ophtalmoplégie ; cet envahissement peut être difficile à identifier en





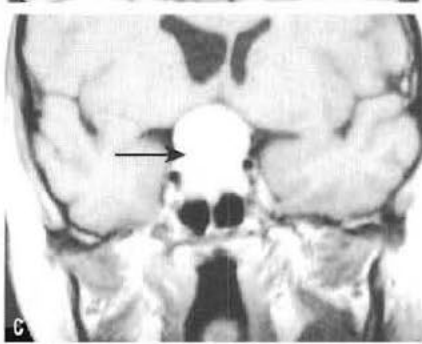


Fig. 3. Macro-adénome hypophysaire (flèche). IRM en séquence T1 après injection intraveineuse de gadolinium, en coupes axiales (A) et (B) et coronale (C). La masse se rehausse de façon homogène après injection de gadolinium ; elle élargit la selle turcique et s'étend vers le haut pour occuper la citerne suprasellaire, où elle comprime le chiasma optique (non visible sur ces coupes).

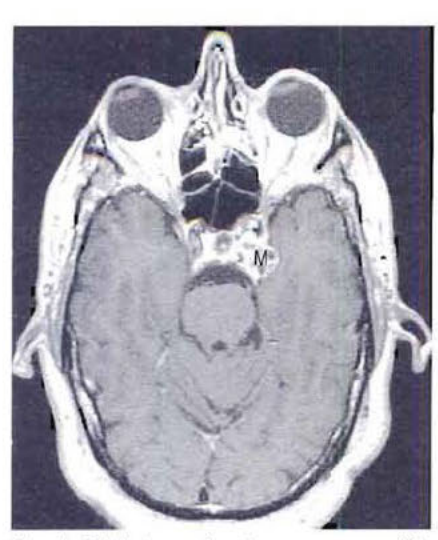


Fig. 4. Méningiome du sinus caverneux (M). Séquence T1 après injection intraveineuse de gadolinium, montrant un rehaussement du signal de la tumeur.

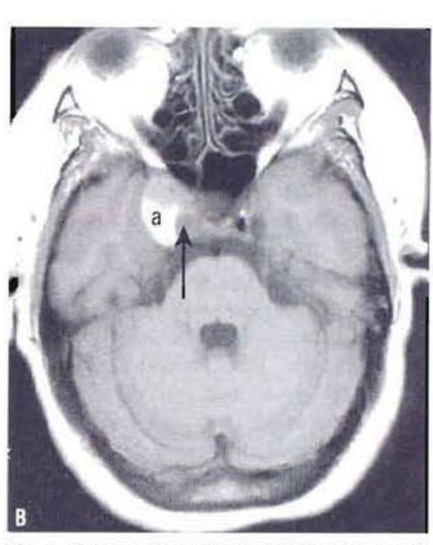


Fig. 5. Anévrysme caverneux. (A) L'anévrysme (a) est visible sur l'artériographie de face. L'IRM en coupe axiale (B) montre également l'artère carotide occluse volontairement (flèche) lors du traitement.

imagerie. Ce bilan locorégional a une importance primordiale en préopératoire.

Méningiome

Les méningiomes sont les tumeurs les plus fréquentes de cette région, après les adénomes, et se développent dans le sinus caverneux ou dans la base du crâne adjacente à la selle turcique (Fig. 4). L'extension antérieure, à partir du sinus caverneux, vers le canal optique, peut entraîner une perte de la vision. Les méningiomes ont généralement une large base d'implantation et peuvent se calcifier, contrairement aux tumeurs hypophysaires.

Les pathologies de la posthypophyse sont généralement révélées par un diabète insipide.

Craniopharyngiome

Le craniopharyngiome est la tumeur suprasellaire la plus fréquente et peut entraîner un diabète insipide, une puberté précoce ou des troubles visuels. Il y a deux pics d'incidence, entre 5 et 15 ans et entre 50 et 60 ans. La tumeur a des composantes kystique et calcifiée et peut se rehausser, contrairement au kyste de la poche de Rathke.

Les craniopharyngiomes, comme les méningiomes, peuvent être intrasellaires ; dans ces cas, l'hypophyse normale doit être visible, séparée de la tumeur.

Enfin, quand un patient qui présente un cancer primitif connu développe un diabète insipide, il faut soupçonner une métastase hypophysaire.

Anévrysme

L'anévrysme constitue la troisième cause de masse périsellaire (Fig. 5). Il peut se développer à partir de l'artère carotide interne intracaverneuse, entraînant une ophtalmoplégie douloureuse. Ceux qui sont entièrement situés dans le sinus caverneux n'entraînent pas d'hémorragie méningée s'ils se rompent, mais plutôt une fistule carotido-caverneuse.

Cependant, un anévrysme artériel, suffisamment large pour simuler une tumeur hypophysaire, peut se développer près de la ligne médiane à partir du polygone de Willis et donc se rompre dans l'espace sous-arachnoïdien.

Rapporter une masse sellaire à l'anévrysme est évidemment crucial avant tout traitement, mais ne pose pas de problème en pratique. Il génère en effet des artéfacts de pulsation visibles en IRM : la présence de flux sanguin à travers l'anévrysme, qui présente le plus souvent une thrombose partielle, affirme également le diagnostic.

Hypophyse et région périsellaire

- Les tumeurs hypophysaires sont diagnostiquées tôt lorsqu'elles entraînent une hypersécrétion hormonale : le plus fréquent des micro-adénomes est l'adénome à prolactine
- Les volumineuses tumeurs hypophysaires peuvent également être sécrétantes, mais sont souvent révélées par la compression du chiasma optique ; un envahissement du sinus caverneux peut également entraîner une ophtalmoplégie
- Les méningiomes, les craniopharyngiomes et les anévrysmes peuvent survenir dans la selle turcique ou dans la région périsellaire

Hydrocéphalie

L'hydrocéphalie se définit comme une « dilatation du système ventriculaire ». Elle est associée à une variété d'anomalies congénitales (Fig. 1) ou peut résulter d'une infection intra-utérine comme la rubéole, une infection par le cytomégalovirus ou la toxoplasmose (Encadré 1). Elle peut également être acquise chez l'adulte.

La formation d'adhérences après une méningite à pyogènes peut entraîner une hydrocéphalie, qui est une complication fréquente de la méningite tuberculeuse. L'hydrocéphalie peut également être secondaire à une hémorragie méningée ou à un traumatisme. Ces pathologies entraînent généralement une dilatation de l'ensemble des cavités ventriculaires (Tableau 1).

Encadré 1. **Classification des hydrocéphalies**

Hydrocéphalies communicantes (défaut de résorption du LCS)
Infection congénitale
Méningite
Traumatisme crânien
Hémorragie méningée
Hydrocéphalies non communicantes ou obstructives
Congénitales
- Sténose de l'aqueduc
- Malformation de Chiari
- Syndrome de Dandy-Walker

Acquises
- Tumeurs ou hémorragie (intraventriculaire ou cérébrale)

Hyperproduction de LCS
Papillome des plexus choroïdes

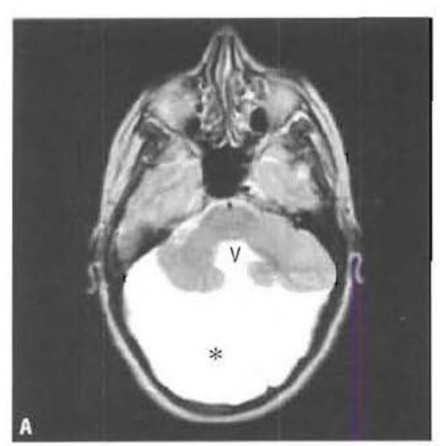
Tableau 1. **Causes de l'hydrocéphalie**

Siège de l'obstruction	Causes	Ventricule latéral	Troisième ventricule	Quatrième ventricule
Foramen de Monro	Kyste colloïde. Tumeur (exemple astrocytome à cellules géantes)	Dilaté	Normal	Normal
Aqueduc mésencéphalique	Congénitale. Tumeur mésencéphalique ou pinéale. Adhérences post-hémorragie ou infection	Dilaté	Dilaté	Normal
Quatrième ventricule (foramen de Luschka et de Magendie)	Tumeur du cervelet, du tronc cérébral ou du quatrième ventricule. Adhérences post-hémorragie ou infection	Dilaté	Dilaté	Dilaté
Obstruction extraventriculaire (hydrocéphalie communicante)	Congénitale. Adhérence post-hémorragie ou infection	Dilaté	Dilaté	Normal ou dilaté

Hydrocéphalie obstructive

Le liquide cérébro-spinal (LCS) est formé dans les plexus choroïdes, situés dans les ventricules. Sur un total de 125 ml, 25 ml sont situés dans les ventricules, le reste étant situé dans les espaces sous-arachnoïdiens situés autour de l'encéphale et de la moelle. Le LCS circule des ventricules latéraux vers le troisième, puis le quatrième ventricule, et entre dans les espaces sous-arachnoïdiens. Il est réabsorbé dans la circulation veineuse par les granulations arachnoïdiennes proches du sinus longitudinal supérieur. Grâce à cette circulation, 50 % du LCS est remplacé toutes les 5 à 6 heures. Une tumeur, difficile à repérer sur un examen d'imagerie, peut être soupçonnée uniquement parce qu'elle entraîne une hydrocéphalie obstructive : les ventricules situés en amont seront dilatés, ceux qui sont situés en aval de la tumeur obstructive seront normaux (Fig. 2 et 3).

Un obstacle situé dans les ventricules entraîne une hydrocéphalie non communicante, alors qu'une obstruction située en dehors du système ventriculaire entraîne une hydrocéphalie communicante (exemple : adhérences inflammatoires sur les granulations arachnoïdiennes). Dans une hydrocéphalie communicante, l'ensemble des ventricules est dilaté.



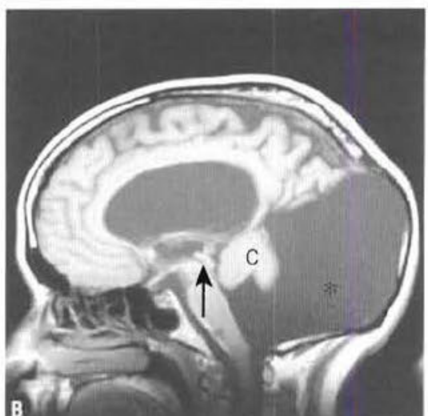
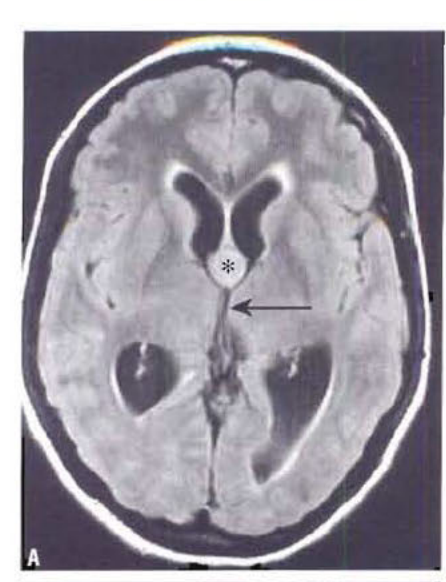


Fig. 1. Kyste de Dandy-Walker (astérisques) – IRM en coupe axiale T2 (A) et sagittale T1 (B). Présence d'un volumineux kyste situé dans la fosse postérieure, qui est hypertrophiée, avec une anomalie du développement du cervelet (C) et une absence de vermis. Le quatrième ventricule (V) s'ouvre dans le kyste. La flèche montre l'aqueduc mésencéphalique.

Une hydrocéphalie obstructive doit être différenciée de la dilatation ventriculaire qui accompagne les *atrophies cérébrales*, correspondant à une perte du volume cérébral, très fréquente chez les gens âgés. Dans l'atrophie, contrairement à l'hydrocéphalie obstructive, les sillons corticaux sont également dilatés et les cornes temporales des ventricules latéraux gardent souvent une taille normale. Dans une hydrocéphalie obstructive, et particulièrement chez l'enfant, on peut noter une extravasation de LCS transépendymaire au niveau d'un ventricule dilaté : le LCS situé alors dans la substance blanche périventriculaire entraîne une hypodensité périventriculaire en TDM et des anomalies de signal en IRM (hyposignal en séquence T1 et hypersignal en séquence T2).



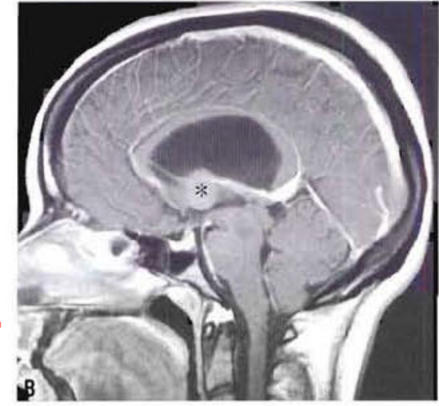


Fig. 2. Kyste colloïde du troisième ventricule (astérisque) – IRM axiale (A) et sagittale (B). Ce type de kyste comprime le foramen de Monro qui fait communiquer le troisième ventricule avec le ventricule latéral. Le troisième ventricule a une forme de fente, mais garde une taille normale.

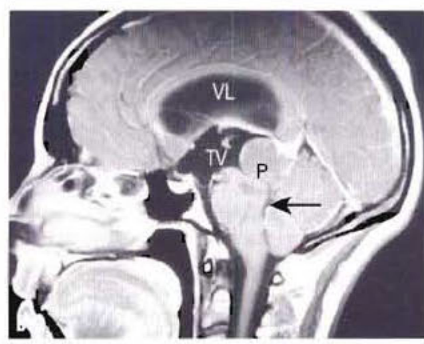


Fig. 3. Kyste pinéal (P) – IRM axiale (A) et sagittale (B). La glande pinéale est située en arrière du troisième ventricule. Le kyste pinéal obstrue l'aqueduc mésencéphalique, qui fait communiquer le troisième et le quatrième ventricule. Ceci entraîne une dilatation des ventricules latéraux (VL) et du troisième ventricule (TV), alors que le quatrième ventricule est fin (flèche).

Hydrocéphalie à pression normale

L'hydrocéphalie à pression normale (HPN), dont le mécanisme physiopathologique est mal connu, affecte les sujets âgés. Ces patients présentent la triade classique faite de démence, d'incontinence et de troubles de la marche. L'imagerie ne permet pas d'affirmer le diagnostic, mais peut l'évoquer devant des ventricules très larges, plus larges que ne le voudrait la taille des sillons corticaux. Le meilleur élément diagnostique est l'amélioration clinique après évacuation par ponction lombaire de liquide céphalo-rachidien.

Contrôle du traitement par l'imagerie

Le traitement a pour but d'enlever la cause de l'hydrocéphalie, quand cela est possible, et de drainer le LCS, soit temporairement par un drainage ventriculaire externe, soit de façon permanente par une dérivation ventriculaire. Celle-ci consiste en un tube, présentant un système de valve anti-reflux, qui permet de dériver le LCS du ventricule vers l'oreillette ou le péritoine.

Le drainage ventriculaire initial doit être contrôlé en imagerie pour prévenir les hématomes sous-duraux qui peuvent survenir si la décompression est trop rapide. La TDM est indiquée pour vérifier la bonne position du tube qui doit éviter les plexus choroïdes hypervascularisés et pour surveiller la diminution de taille des ventricules. Une aggravation clinique peut résulter d'un dysfonctionnement de la dérivation ventriculaire (dans ce cas les clichés standard sont utilisés pour s'assurer de l'intégrité de l'ensemble du tube) ou d'un hématome sous-dural. Parfois, le LCS forme une collection extracérébrale appelée hygrome sous-dural.

Hydrocéphalie

- L'hydrocéphalie peut résulter d'un obstacle à la circulation du liquide cérébro-spinal (LCS), soit dans le système ventriculaire (hydrocéphalie non communicante), soit en dehors des ventricules (hydrocéphalie communicante)
- Le siège de l'obstruction peut être déduit de la connaissance du sens de la circulation du LCS (ventricules dilatés en amont de l'obstacle et normaux en aval)
- L'hydrocéphalie à pression normale affecte les gens âgés, entraînant une démence, des troubles de la marche et une incontinence urinaire
- L'hydrocéphalie doit être différenciée de l'atrophie, banale chez les sujets âgés, où la dilatation ventriculaire s'accompagne d'une dilatation des sillons corticaux

Sclérose en plaques

La sclérose en plaques est une pathologie inflammatoire, de cause inconnue, dans laquelle des plaques de démyélinisation surviennent dans la substance blanche de l'encéphale et de la moelle. Cette pathologie affecte typiquement les jeunes adultes, avec une prépondérance féminine, et évolue par poussées dont les rémissions sont plus ou moins complètes. Les signes cliniques sont variés, mais les patients peuvent se présenter avec des troubles visuels liés à une névrite optique rétrobulbaire, des troubles sensitifs variés ou une paraparésie, quand la moelle est atteinte.

Imagerie de la sclérose en plaques

La TDM est normale dans tous les cas de sclérose en plaques (SEP), en dehors des cas avancés : elle ne doit donc pas être demandée.

L'IRM est l'exploration de choix : elle est la seule méthode d'imagerie sur laquelle on peut se fier pour montrer les lésions de SEP.

IRM

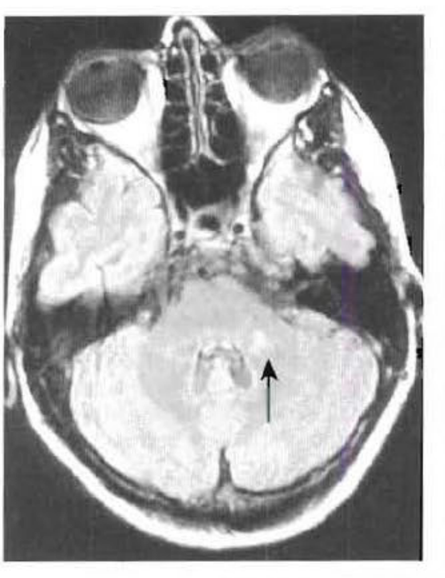
L'aspect typique sur une IRM en séquence T2 ou FLAIR est réalisé par des lésions multiples ovoïdes, situées dans la substance blanche périventriculaire (Fig. 1). Le grand axe de ces lésions présente une distribution radiale, correspondant à l'inflammation autour des veines qui irradient hors des ventricules latéraux (Fig. 2). Elles ont également une prédilection pour le corps calleux, qui peut être atrophié (Fig. 3) et le pédoncule cérébelleux moyen. Les plaques actives peuvent être entourées d'œdème et peuvent se rehausser après injection intraveineuse de gadolinium. Rarement, les lésions de la SEP peuvent être volumineuses et même hémorragiques, simulant une tumeur ; particulièrement un des diagnostics différentiels des lésions volumineuses, juxtaventriculaires, se rehaussant après contraste, est constitué par le lymphome.

Il existe des critères IRM pour le diagnostic de SEP qui font appel à la sémiologie déjà vue, insistant sur le caractère multiple des lésions de topographie et d'âge différents.

Diagnostic différentiel de la SEP

Encéphalomyélite aiguë disséminée

Cette pathologie, qui se rencontre après une infection virale, ou une vaccination, et qui évolue cliniquement en une seule phase, peut réaliser en IRM un aspect strictement identique à la SEP.



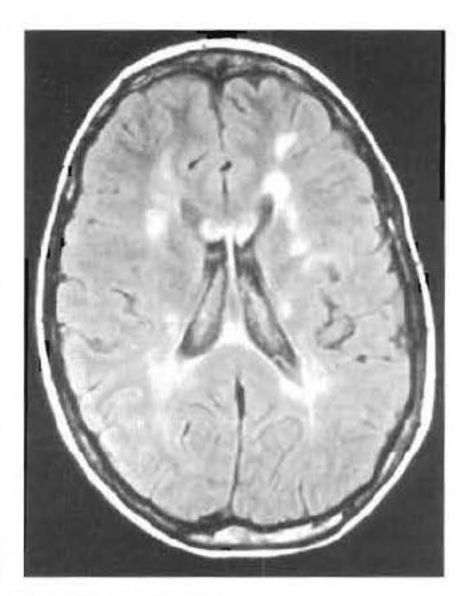
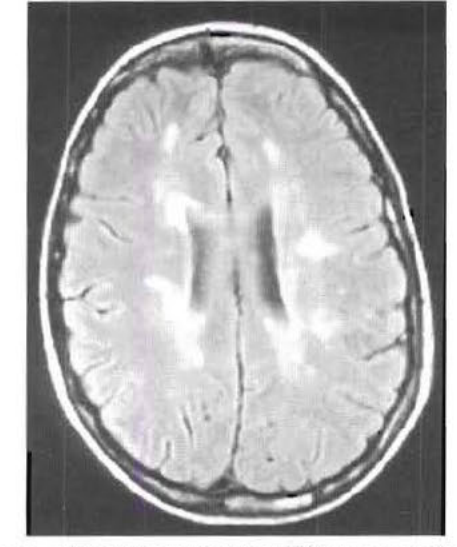
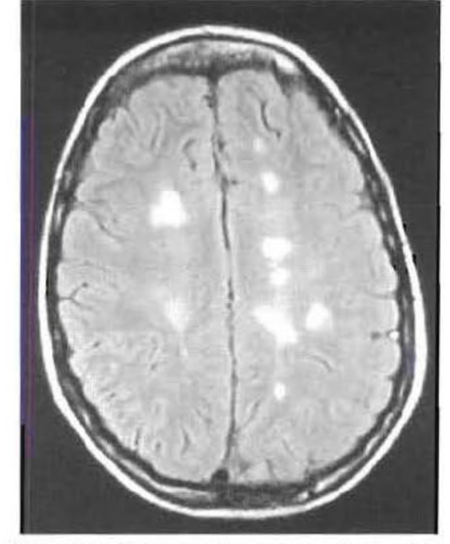




Fig. 1. Sclérose en plaques – différentes coupes axiales d'IRM en séquence FLAIR. Multiples lésions ovalaires en hypersignal, situées dans la substance blanche, prédominant en périventriculaire. Une lésion est vue dans le pédoncule cérébelleux moyen (flèche).

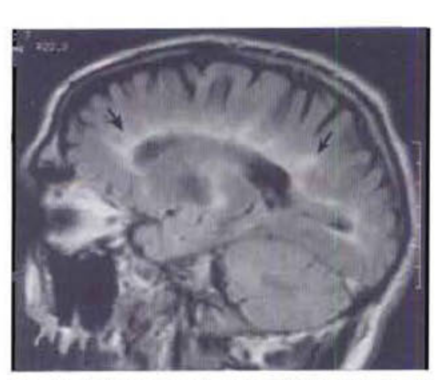


Fig. 2. Sclérose en plaques. L'IRM sagittale en séquence FLAIR montre la distribution radiale des plaques de démyélinisation (flèches).

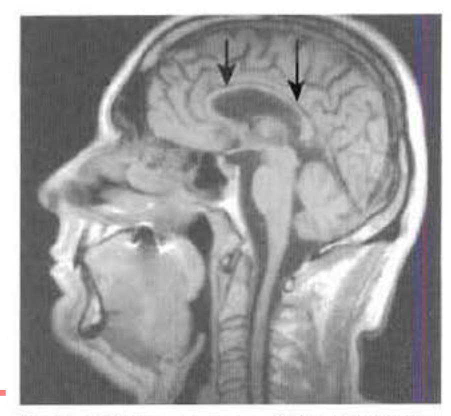


Fig. 3. Sclérose en plaques – IRM sagittale : atrophie du corps calleux (flèches).

Fig. 4. Sclérose en plaques – IRM sagittale en séquence T2. Une plaque de démyélinisation, en hypersignal, est visible dans la moelle cervicale (flèche).

Fig. 5. Sclérose en plaques. L'IRM en séquence T2 (A) et T1 (B) montre de multiples lésions situées dans une moelle cervicale atrophiée (comparer avec la figure 4).

Lésions ischémiques de la substance blanche

Ces lésions ischémiques sont situées aux confins des territoires artériels (voir figure 4 p. 106) ; elles sont visibles dans les noyaux gris centraux, contrairement à la SEP. Dans la substance blanche périventriculaire, elles sont irrégulières, à la fois en taille et en forme, contrairement à la forme ovoïde et à la distribution radiale de la SEP. La topographie dans le corps calleux et le pédoncule cérébelleux moyen est en faveur de la SEP. La différenciation peut être difficile dans les stades évolués de chacune des deux pathologies où les lésions sont identiques car elles sont généralisées, et associées à de l'atrophie.

Il est probable que tous les patients ayant une SEP aient des plaques dans la moelle, mais l'IRM est moins sensible pour leur détection (Fig. 4). Généralement, elles apparaissent comme des lésions de haut signal en séquence T2 ; elles sont situées dans la moelle dont le contour est normal ou presque.

Une hypertrophie locale de la moelle et une prise de contraste peuvent parfois s'observer, simulant une tumeur médullaire ; comme pour l'encéphale, lorsque la SEP est évoluée, elle entraîne une atrophie de la moelle (Fig. 5). Une fois le diagnostic initial affirmé, l'IRM peut être utilisée dans le suivi de la maladie, uniquement si elle influe sur un éventuel changement de traitement.

Sclérose en plaques (SEP)

- L'IRM est l'imagerie de choix dans la SEP
- La SEP réalise sur la séquence FLAIR des lésions en hypersignal, volontiers multiples, situées dans la substance blanche, souvent périventriculaires avec une distribution radiale
- Les lésions ischémiques de la substance blanche peuvent simuler une SEP en IRM
- La SEP représente la cause la plus fréquente de lésions rencontrées dans la moelle en IRM

Traumatismes crânien et rachidien

Les traumatismes fermés du crâne peuvent être causés par un traumatisme direct ou indirect, voire les deux. Le traumatisme initial survient au moment de l'impact. Les effets secondaires sont retardés et incluent l'infection, l'hydrocéphalie, les lésions vasculaires et, dans les cas les plus sévères, une atrophie focale ou généralisée.

Les traumatismes crâniens peuvent également être ouverts, pouvant exposer le cerveau et les méninges à l'extérieur. Il faut savoir qu'un traumatisme cérébral sévère peut survenir en l'absence d'une fracture du crâne.

Contusions cérébrales

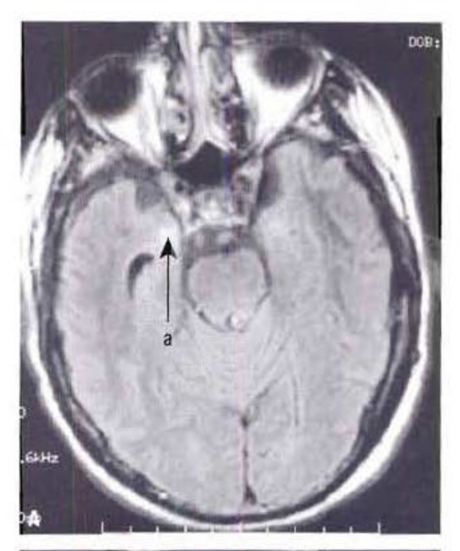
Elles sont relativement de topographie superficielle, et se rencontrent le plus souvent à la face inférieure du lobe frontal et du lobe temporal, en raison du contour irrégulier de la face interne du crâne osseux à leur niveau (Fig. 1). En TDM, il s'agit d'hyperdensités de taille variable, associées à un œdème réactionnel.

Lésions axonales diffuses

Elles résultent très probablement d'un traumatisme en cisaillement. Elles peuvent être ou non hémorragiques, et surviennent typiquement dans le corps calleux, les noyaux gris centraux, la jonction substance grise/substance blanche et enfin à la partie supérieure du tronc cérébral.

L'IRM est particulièrement sensible dans la détection de ces lésions (Fig. 2).

Fig. 1. Contusion hémorragique aiguë. La TDM montre des lésions nodulaires essentiellement hyperdenses, confluentes, situées dans le lobe frontal et temporal (astérisques). Le siège de l'impact était controlatéral (+) : phénomène de contrecoup.



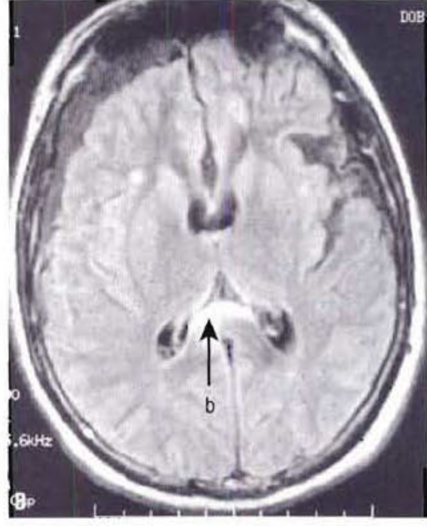


Fig. 2. Traumatisme axonal diffus. (A) Ce type de traumatisme affecte l'uncus (a). (B) Le corps calleux (b) est également atteint. Des lésions diffuses de la substance blanche peuvent également s'observer.

Hématomes extra-axiaux

Deux types d'hématomes extra-axiaux peuvent s'observer entre la face interne du crâne osseux et le cerveau. Ils s'associent fréquemment à une fracture du crâne.

L'hématome extradural (HED) provient habituellement d'une lésion traumatique des vaisseaux méningés moyens au contact d'une fracture de l'os temporal, mais il peut siéger ailleurs (Fig. 3). Il s'observe à la phase aiguë du traumatisme ; il est spontanément hyperdense en TDM et a une forme biconvexe.

L'hématome sous-dural (HSD) a en revanche une forme de croissant ; quand il est aigu, il est spontanément hyperdense et s'associe souvent à d'autres lésions traumatiques cérébrales sévères (Fig. 4). L'HSD peut être chronique et bilatéral. L'HSD s'observe chez l'enfant et chez les gens âgés, de même que chez les sujets

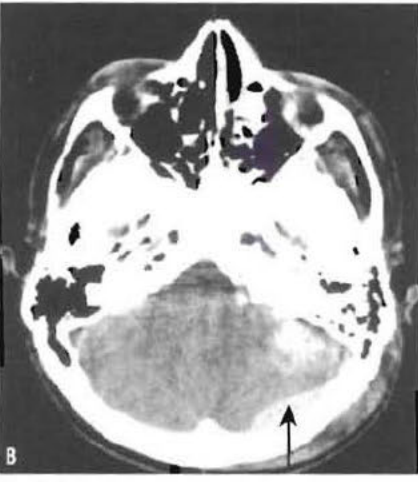


Fig. 3. Hématome extradural visible en TDM dans la région frontale (flèche) (A) et dans la fosse postérieure (flèche) (B). L'hématome extradural est typiquement spontanément hyperdense et de forme biconvexe. Noter également les contusions cérébrales.

éthyliques. Chez l'enfant, il doit faire soupçonner un syndrome des enfants battus (voir p. 100). Chez le sujet âgé, il peut réaliser une détérioration des fonctions supérieures et une hémiparésie progressive, comme le ferait une tumeur. D'où l'intérêt majeur de réaliser une imagerie chez ces patients, afin de pouvoir traiter une cause curable.

Imagerie du traumatisme crânien

L'imagerie de choix en première intention est la TDM en raison de sa capacité à détecter l'hémorragie et sa disponibilité en urgence. La radiographie du crâne ne doit plus être demandée, car le plus important en matière de traumatisme crânien est l'évaluation des lésions traumatiques intra-crâniennes, et de toute façon la TDM permet également de faire le diagnostic de fracture, en particulier de la base du crâne.

Fig. 4. Hématome sous-dural en TDM (patient en décubitus dorsal). Les hématies sont déclives avec un niveau liquide-liquide, les éléments figurés du sang étant plus denses (« plus blancs »).

Lorsque la TDM cérébrale n'est pas indiquée d'emblée après un traumatisme crânien mineur, sans anomalie à l'examen clinique, le patient doit faire l'objet d'une surveillance médicale et la TDM cérébrale sera demandée à la moindre aggravation clinique. La TDM pourra être demandée d'emblée lorsque le traumatisme crânien survient chez un patient ininterrogeable (éthylique ou drogué).

Syndrome des enfants battus

L'IRM est très utile dans ce syndrome (voir aussi p. 100) où il est important de faire le diagnostic de traumatismes d'âges différents.

L'hématome sous-dural est rare chez l'enfant ; sa présence, en l'absence de traumatisme accidentel ou, plus fréquemment, lorsque le contexte traumatique n'est pas clair, doit faire soupçonner un syndrome des enfants battus. En raison de ses capacités à analyser l'évolution des hématomes, l'IRM doit être demandée pour rechercher des hématomes d'âges différents, en particulier lorsque l'hématome sous-dural est bilatéral.

Fig. 5. Fracture-luxation du rachis cervical avec section de la moelle visible sur une IRM sagittale.

Traumatisme rachidien associé à un traumatisme cérébral

Les traumatismes rachidiens accompagnent fréquemment les traumatismes cérébraux, dans les accidents de la voie publique par exemple, contrairement au syndrome des enfants battus. Le rachis cervical, étant mobile, est le plus vulnérable, pouvant être l'objet de fractures, de luxations et lésions ligamentaires. Les patients présentant des traumatismes crâniens et vertébraux sévères feront l'objet d'une TDM cérébrale et rachidienne dans le même temps (souvent associée à une TDM thoraco-abdo-pelvienne chez les polytraumatisés). En matière de traumatisme rachidien, la TDM est utile pour analyser les lésions osseuses, alors que l'IRM est indiquée pour évaluer les atteintes des parties molles, particulièrement de la moelle (Fig. 5).

Traumatismes crânien et rachidien

- La TDM est l'investigation initiale des traumatismes cérébraux
- Les traumatismes cérébraux et rachidiens sont souvent associés
- Un hématome sous-dural bilatéral chez l'enfant doit faire soupçonner un syndrome des enfants battus
- Pour les traumatismes rachidiens sévères, la TDM est indiquée pour analyser les fractures ; l'IRM est indiquée pour analyser la moelle, les disques intervertébraux et les ligaments

Infections cérébrales 1

Méningite

L'imagerie n'a pas de place dans la majorité des méningites. Dans une suspicion de méningite, la TDM en urgence n'est indiquée, avant la ponction lombaire, que lorsque l'on soupçonne un abcès (examen neurologique anormal). Elle ne doit pas être réalisée sinon, car elle ne fait que retarder la ponction lombaire et le traitement.

Dans les cas rares de méningite récidivante, l'imagerie est nécessaire, afin de rechercher une cause locale à l'infection, qu'elle soit dans le rocher ou dans les sinus de la face. À la suite d'une fracture de la base du crâne par exemple, une brèche méningée peut entraîner une fuite de liquide cérébro-spinal, se manifestant par une rhinorrhée ou une otorrhée, qui peut nécessiter un traitement chirurgical. Le scanner osseux en coupes fines avec reconstruction est alors indiqué, avec parfois réalisation d'une cisternographie par injection de produit de contraste iodé lors d'une ponction lombaire.

Rappelons qu'une méningite peut entraîner une hydrocéphalie.

Tuberculose

La tuberculose peut entraîner une méningite granulomateuse, généralement associée à une hydrocéphalie. L'IRM montre la prise de contraste des méninges de la base, parfois associée à des tuberculomes intracérébraux (Fig. 1). Typiquement, il s'agit de lésions qui prennent le contraste en périphérie (aspect annulaire) et qui sont entourées d'une quantité variable d'œdème, avec effet de masse.

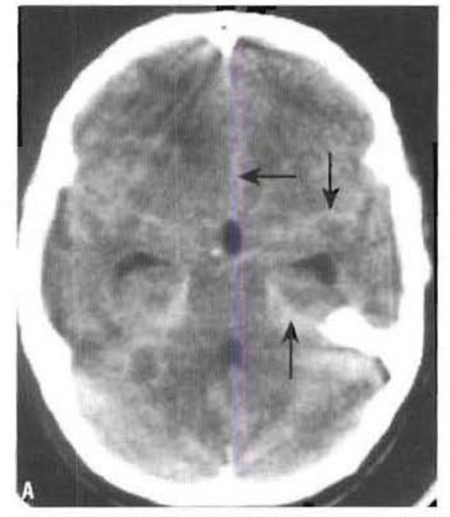


Fig. 1. (A) et (B) Méningite tuberculeuse avec tuberculomes multiples – TDM après injection intraveineuse de produit de contraste. Présence d'une méningite de la base, responsable d'un rehaussement de la densité (flèches). Les lésions d'aspect annulaire prenant le contraste en périphérie correspondent aux tuberculomes intracérébraux.

Fig. 2. (A) et (B) Abcès cérébral – TDM après injection intraveineuse de produit de contraste. Ce patient avait une cardiopathie congénitale qui est une cause connue, bien que rare, des abcès cérébraux. Aspect typique de lésion hypodense prenant le contraste en périphérie, de façon annulaire, entourée d'œdème vasogénique avec effet de masse important.

Infection à pyogènes et abcès

Une infection à pyogènes peut également entraîner un abcès cérébral. Là encore, il est important d'identifier l'origine de l'infection. Les abcès secondaires à une infection de l'oreille surviennent typiquement soit dans le cervelet, soit dans le lobe temporal qui sont tous les deux au contact du rocher. Les sinusites peuvent également entraîner des abcès intracérébraux, tout comme des embols septiques d'origine extracrânienne.

L'abcès cérébral siège généralement à la jonction substance grise/substance blanche : typiquement, il présente une prise de contraste périphérique en anneau (Fig. 2) ; il peut s'entourer d'un œdème vasogénique important, n'atteignant que la substance blanche, et pouvant entraîner un effet de masse. Parfois il peut se rompre dans un ventricule latéral.

Il est important de savoir qu'un abcès peut simuler parfaitement une tumeur cérébrale, le diagnostic étant difficile en l'absence de signe clinique d'infection. C'est la raison pour laquelle les masses intracérébrales sont biopsiées, même lorsqu'elles ont un aspect typique de tumeur.

Une sinusite ou une mastoïdite peut entraîner la formation d'un empyème sous-dural, ou plus rarement extra-dural, qui peut également être une complication de la chirurgie et/ou d'un traumatisme. Alors que l'abcès cérébral correspond à une masse intra-axiale, l'empyème a une topographie extra-axiale. L'empyème sous-dural est situé en périphérie du cerveau ou dans une scissure inter-hémisphérique. Comme l'infection peut s'étendre par la voie des veines cérébrales, les collections peuvent être à distance de la source de l'infection et sont souvent multiples (Fig. 3). L'IRM est plus sensible dans leur diagnostic que la TDM, même après injection de produit de contraste iodé.

L'empyème extradural est généralement situé au contact de l'origine de l'infection (sinusite, mastoïdite ou ostéomyélite de la voûte du crâne) (Fig. 4).

Le traitement des infections intracrâniennes est généralement urgent et associe drainage chirurgical et antibiothérapie, sans oublier le traitement de la porte d'entrée.

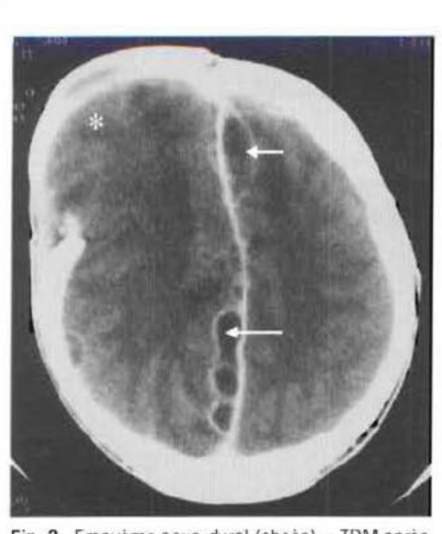


Fig. 3. Empyème sous-dural (abcès) – TDM après injection intraveineuse de produit de contraste. Les collections multiloculées sont situées au contact de la faux du cerveau (flèches). Noter la hernie frontale (astérisque) à travers le défect osseux secondaire à la décompression chirurgicale.

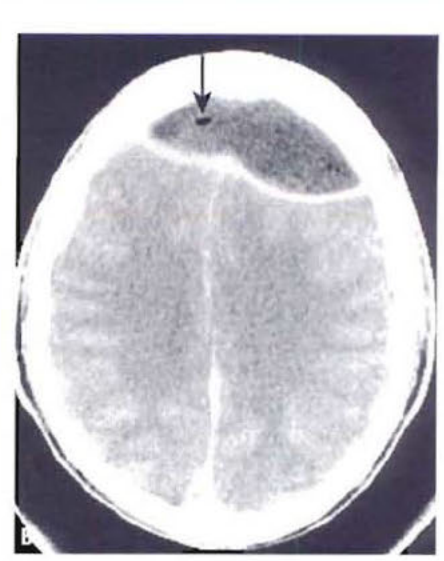


Fig. 4. (A) et (B) Abcès extradural secondaire à une sinusite frontale – TDM après injection intraveineuse de produit de contraste. Noter le niveau hydro-aérique situé dans le sinus frontal (astérisque), ainsi que l'air situé à l'intérieur de l'abcès (flèche), lié à une brèche dans la paroi du sinus.

Encéphalite

L'IRM est l'exploration de choix dans la détection d'une encéphalite virale en raison de sa sensibilité très supérieure à celle de la TDM. L'encéphalite herpétique qui est la plus fréquente des encéphalites, a une prédilection pour les lobes temporaux et, à un moindre degré, les lobes frontaux (Fig. 5).

Fig. 5. Encéphalite herpétique – TDM après injection intraveineuse de produit de contraste. Ce cas sévère montre une hypodensité symétrique des deux lobes temporaux. La TDM, dans les autres cas, est beaucoup moins sensible que l'IRM.

Infections cérébrales 1

- Il ne faut pas demander d'imagerie en urgence dans une méningite s'il n'existe pas de signes neurologiques focaux
- Il peut être impossible de différencier un abcès cérébral d'une tumeur en IRM ou en TDM, d'autant que le contexte infectieux peut être absent
- La suspicion d'une infection intracrânienne est une urgence
- L'aspect typique d'un abcès est une collection qui prend le contraste en périphérie, de façon annulaire, et qui est entourée d'œdème

Infections cérébrale (VIH/sida) et rachidienne 2

Infection chez le patient VIH/sida

Les modifications cérébrales chez le patient VIH/sida résultent soit de l'effet du virus lui-même, soit des infections surajoutées, comme la toxoplasmose, la leuco-encéphalopathie multifocale progressive (LEMP) et la cryptococcose. La tuberculose et la syphilis peuvent aussi s'observer. Le lymphome primitif est la tumeur cérébrale que l'on rencontre le plus souvent sur ce terrain.

Toxoplasmose

Elle se manifeste typiquement par une lésion prenant le contraste, située dans les noyaux gris centraux. Les lésions peuvent être multiples (Fig. 1).

Lymphome

Il peut être difficile à différencier de la toxoplasmose. Il peut également être multifocal, mais en général survient au contact des ventricules (Fig. 2).

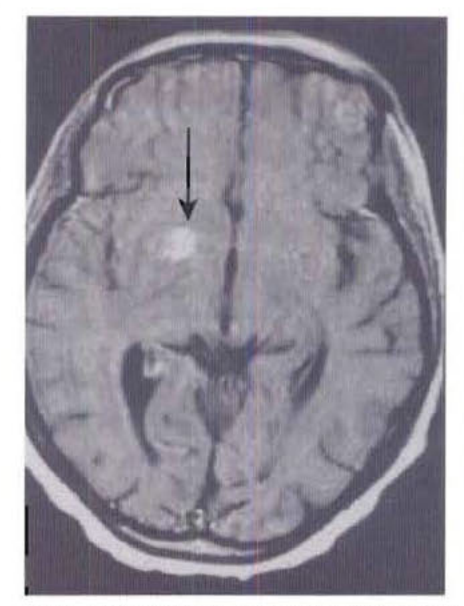
Leuco-encéphalopathie multifocale progressive (LEMP)

Elle est liée à l'infection par le papova virus et entraîne des lésions multiples et asymétriques de la substance blanche, beaucoup mieux vues en IRM qu'en TDM (Fig. 3). La LEMP est la manifestation cérébrale la plus fréquente du sida chez l'enfant. La toxoplasmose et le lymphome sont rares chez l'enfant atteint de sida.

Cryptococcose

Cette mycose atteint les noyaux gris centraux, avec formation de lésions kystiques. Les espaces périvasculaires se dilatent et, en cas d'atteinte méningée, on peut observer une prise de contraste.

La méningite peut affecter à la fois le cerveau et la moelle, mais l'infection rachidienne atteint généralement le disque intervertébral, qui est hypovascularisé, puis s'étend aux vertèbres adjacentes (ostéoarthrite).



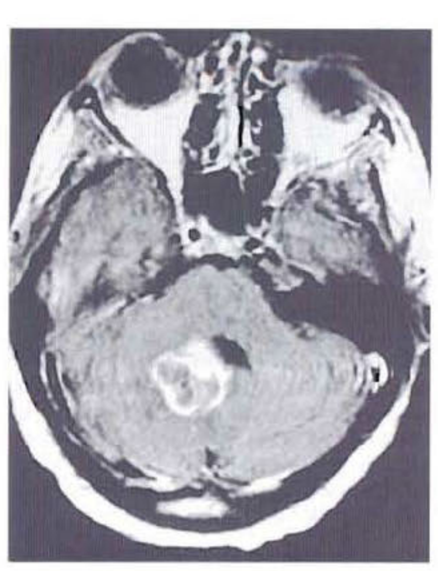


Fig. 1. Toxoplasmose chez un patient atteint du sida. Présence de deux lésions dont le signal se rehausse après injection intraveineuse de gadolinium sur une IRM T1. La localisation aux noyaux gris centraux est typique (flèche), mais cet aspect peut également se rencontrer dans le lymphome.

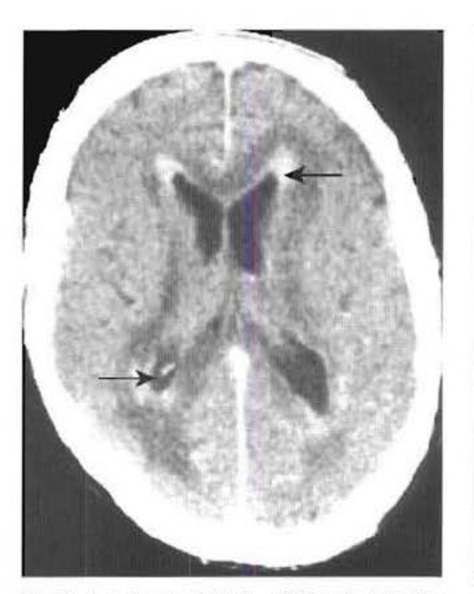


Fig. 2. Lymphome cérébral – TDM après injection intraveineuse de produit de contraste. La tumeur prend le contraste (flèches) et elle s'associe à de l'œdème périventriculaire hypodense.

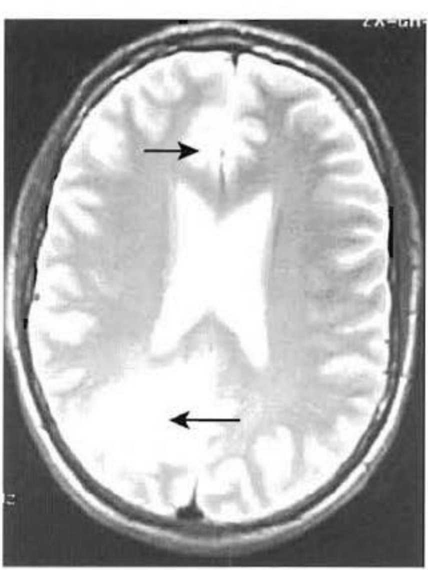


Fig. 3. Leuco-encéphalopathie multifocale progressive (LEMP) chez un patient atteint du sida – IRM T2. Les lésions asymétriques de la substance blanche (flèches) sont typiques.

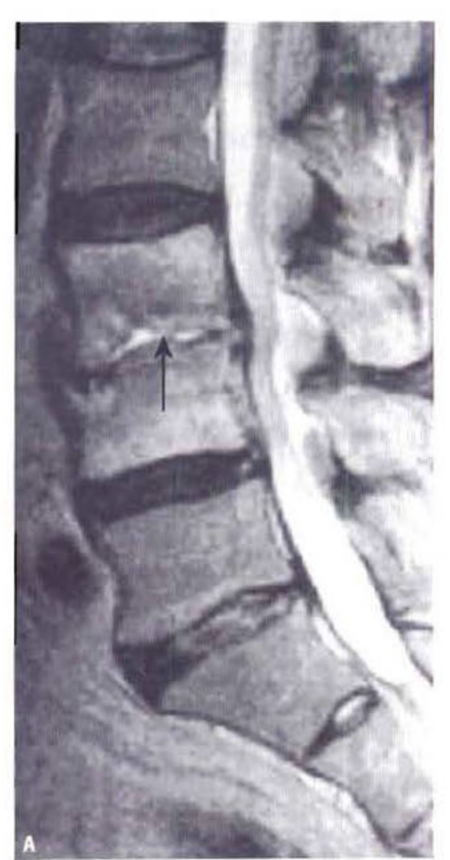


Fig. 4. Discite lombaire après intervention pour hernie discale. Le disque est pincé sur l'IRM sagittale pondérée T2 (flèche) ; l'œdème des corps vertébraux adjacents apparaît en hypersignal en séquence T2 (A) et en hyposignal sur la séquence T1 (B).

Spondylodiscite

(Voir aussi p. 12)

La discite infectieuse peut être secondaire à une septicémie ou à une intervention sur le disque (Fig. 4). La tuberculose atteint également le disque puis les vertèbres adjacentes (Fig. 5), mais on la rencontre plus fréquemment sur le rachis thoracique. La spondylodiscite tuberculeuse entraîne des lésions destructrices plus importantes que les germes banals, entraînant un tassement vertébral, la formation d'abcès épidural et des psoas.

Quel que soit le germe, on note un pincement discal, un aspect flou des plateaux puis des lésions ostéolytiques des vertèbres adjacentes sur les clichés standard.

L'IRM est l'examen le plus sensible pour montrer les lésions débutantes infraradiologiques, avec œdème des plateaux adjacents aux disques atteints ; elle est également très utile pour montrer une éventuelle atteinte épidurale.

La spondylodiscite peut entraîner, quel que soit le germe, un tassement vertébral, un bloc vertébral antérieur et des déformations rachidiennes séquellaires.

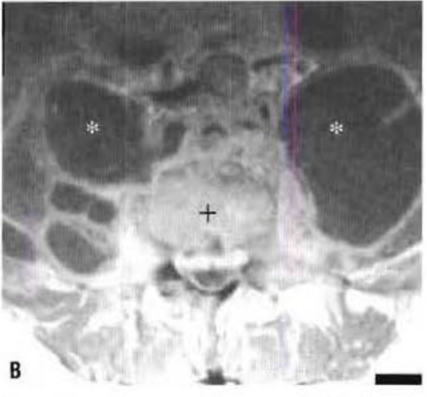


Fig. 5. Tuberculose rachidienne avec abcès du psoas. (A) L'IRM sagittale montre une destruction du disque L3-L4 avec fusion des deux corps vertébraux adjacents qui sont partiellement détruits. En arrière de ces deux corps vertébraux, il existe une volumineuse masse extradurale comprimant le sac dural et les racines. (B) L'IRM axiale montre le contour flou du corps vertébral (+) et de volumineuses masses des parties molles para-rachidiennes. Les zones de bas signal à l'intérieur de ces masses du psoas correspondent aux abcès contenant du pus (astérisques). Les parois de ces abcès se rehaussent après injection intraveineuse de gadolinium, et apparaissent donc en hypersignal.

Infections cérébrale et rachidienne 2

Infections cérébrales du VIH/sida

- Les lésions cérébrales s'observent chez plus de 40 % de ces patients, en raison du virus lui-même, d'infections surajoutées (toxoplasmose, LEMP, cryptococcose) ou d'un lymphome

Spondylodiscite

- L'IRM est l'examen de choix : diagnostic précoce des lésions infraradiologiques, recherche d'un abcès épidural

Pathologie médullaire

Les lésions intracanalaires, qui peuvent entraîner une myélopathie progressive et/ou une compression médullaire, sont généralement classées selon leur siège anatomique.

Lésions extradurales

Ce sont les plus fréquentes et elles proviennent généralement des vertèbres, qu'il s'agisse d'une pathologie dégénérative ou d'une infiltration métastatique (Fig. 1A). Les lésions traumatiques sont traitées ailleurs.

Lésions intradurales extramédullaires

Elles sont moins fréquentes et sont représentées essentiellement par les schwannomes et les méningiomes ; elles sont situées entre la dure-mère et la moelle (Fig. 1B).

Lésions intramédullaires

Elles sont encore moins fréquentes (Fig. 1C) et naissent dans la moelle ; il peut s'agir de lésions inflammatoires (sclérose en plaques), d'une cavité syringomyélique ou de tumeurs.

Myélopathie cervicarthrosique

L'arthrose, en raison de volumineux ostéophytes situés dans le canal médullaire, peut entraîner une paraparésie ou une tétraparésie par compression médullaire. Chez les adultes plus jeunes, une hernie discale peut être responsable des symptômes (Fig. 2). L'association d'une arthrose à une hernie discale peut entraîner une compression radiculaire, responsable d'une névralgie cervico-brachiale ou d'une sciatique. L'arthrose est beaucoup moins souvent symptomatique au niveau de la colonne thoracique ; au niveau lombaire, elle peut entraîner un syndrome de la queue de cheval.

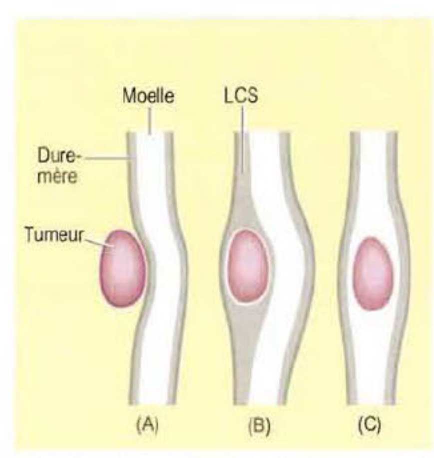


Fig. 1. Distinction entre les masses extradurale (A), intradurale (B) et intramédullaire (C).

Fig. 2. Myélopathie cervicarthrosique avec hernie discale entraînant une compression médullaire. L'IRM sagittale T1 montre les pincements discaux et l'absence d'alignement vertébral. Une volumineuse hernie discale comprime la moelle en C4-C5 (flèche).

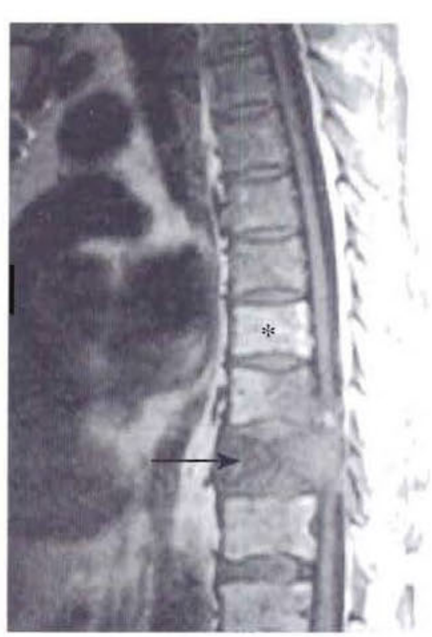


Fig. 3. Métastase d'une vertèbre thoracique – IRM pondérée T1. L'IRM est très sensible pour détecter les pathologies de la moelle osseuse, particulièrement en séquence T1. La moelle osseuse normale, à contenu graisseux (jaune) (*) est remplacée par des masses en hyposignal (flèche). Le corps vertébral est tassé, avec un recul du mur postérieur, entraînant une compression médullaire.

Métastases osseuses

L'infiltration métastatique peut entraîner un tassement vertébral et une compression médullaire à n'importe quel niveau, mais survient le plus souvent sur le rachis thoracique (Fig. 3). Les métastases sont le plus fréquemment extradurales, plus rarement intradurales et encore plus rarement intramédullaires.

Tumeurs et autres lésions

Les schwannomes (neurofibromes) se développent sur les racines nerveuses, soit de façon sporadique, soit dans le cadre de la neurofibromatose de Recklinghausen (NF-1). Ces tumeurs se développent dans les foramens intervertébraux où elles naissent, et peuvent s'étendre à la fois dans le canal rachidien et en dehors du rachis, formant une tumeur en sablier (Fig. 4).

Les tumeurs intramédullaires sont rares et incluent les épendymomes et les astrocytomes.

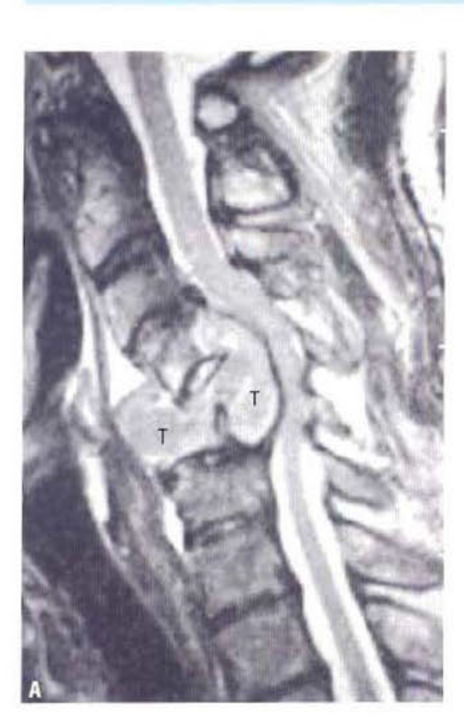
Les malformations vasculaires et les lésions ischémiques de la moelle peuvent s'observer, mais les lésions inflammatoires, le plus souvent dues à une sclérose en plaques, sont de loin les plus fréquentes (voir p. 120). Une cavité syringomyélique, remplie de liquide, intramédullaire, peut survenir en association avec une ectopie congénitale des amygdales cérébelleuses en position anormalement basse, qui gêne la circulation normale du LCS (Fig. 6).

Exploration des pathologies médullaires

L'imagerie de la moelle se résume à l'IRM qui est la seule exploration permettant de détecter une myélite, une lésion ischémique, traumatique ou tumorale de la moelle.

L'IRM permet également de localiser une masse à l'intérieur du canal rachidien (masse extradurale, intradurale ou intramédullaire). Les acquisitions possibles dans différents plans de l'espace, et les possibilités actuelles d'explorer l'ensemble du rachis, en font l'exploration de choix pour les suspicions de métastases.

Une IRM cérébrale doit parfois être associée pour aider au diagnostic, particulièrement dans les cas de suspicion de sclérose



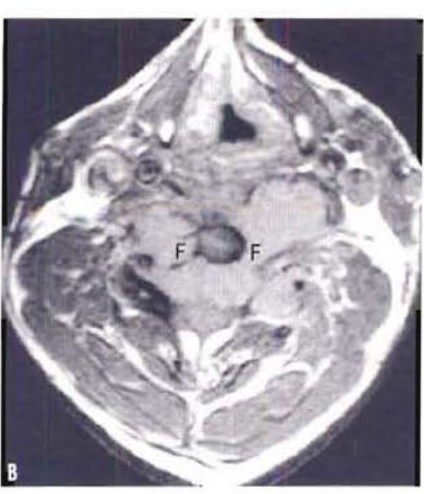


Fig. 4. Neurofibromatose. (A) L'IRM sagittale montre que la tumeur (T) a érodé l'os et entraîné un tassement vertébral, responsable d'une compression médullaire. (B) L'IRM axiale montre que cette volumineuse tumeur s'est étendue dans les foramens intervertébraux qu'elle a érodés (F).

Fig. 5. Tumeur intramédullaire (T) – IRM sagittale pondérée T2 du rachis cervical. Présence d'un œdème médullaire au-dessus de la tumeur (*).

Fig. 6. Cavité syringomyélique de la moelle cervicale (flèche). L'IRM sagittale en séquence T2 (A) et T1 (B) montre le contenu liquide de cette cavité (en hyposignal T1 et hypersignal franc en T2) ; noter également une ectopie des amygdales cérébelleuses (*) de siège anormalement bas, en dessous du foramen magnum.

en plaques, ou bien pour évaluer l'extension d'une tumeur maligne affectant le système nerveux central.

Ce n'est qu'en cas de contre-indication formelle à l'IRM qu'un myélo-scanner sera indiqué. La TDM est cependant utile, particulièrement dans les lésions extradurales, pour montrer l'atteinte osseuse corticale.

Pathologie médullaire

- Les pathologies intracanalaires sont le plus souvent extradurales et proviennent du rachis. La cervicarthrose est la pathologie la plus fréquente
- Les métastases touchent généralement le rachis ; l'extension extradurale est la plus fréquente ; les métastases méningées sont moins fréquentes ; les métastases intramédullaires sont exceptionnelles
- Les tumeurs intramédullaires sont rares ; les lésions inflammatoires de la moelle, souvent multiples, sont le plus souvent secondaires à une sclérose en plaques

Partie 6

Indication des examens d'imagerie : généralités

Indication des examens d'imagerie : généralités* Où ? Quand ? Pourquoi ?

Questions à se poser avant de remplir une demande d'imagerie

- En ai-je besoin ?
- En ai-je besoin maintenant ?
- L'examen n'a-t-il pas été déjà pratiqué ?
- Ai-je bien expliqué le problème clinique ?
- Ai-je demandé l'examen le plus approprié ?

- Ne demander un examen d'imagerie que si son résultat + ou – modifiera la prise en charge du patient

- Pas de demande d'imagerie sans examen clinique préalable, avec formulation des hypothèses diagnostiques

* Chapitre rédigé pour la présente édition par Sophie Chagnon et Catherine Adamsbaum.

1. Radio standard (Fig. 1)

- **Principe** : RX
- **Risque** : irradiation : éviter les demandes non justifiées (particulièrement chez l'enfant, la femme jeune) ; alternatives non irradiantes
- **Contre-indication (CI)** (relative) : grossesse, à rechercher systématiquement avant
- **Accessibilité** : facile
- **Pénibilité** : nulle, sauf traumatisme, âgé, examen avec produit de contraste (PC)
- **Radio avec contraste**
  - **UIV** : injection IV de PC iodé, jeûne
  - **Uréthrocystographie rétrograde** : sondage, risque infectieux
  - **TOGD** : jeûne, sans fumer ; ingestion de PC
  - **LB** : préparation colique + régime sans résidu
  - **Coût** : 30 à 150 € (si PC)
- **Indications** :
  - **Thorax**
  - **Squelette** : indispensable avant TDM ou IRM
  - **Sein**
  - **ASP** : occlusion et péritonite seulement
  - **Examens radio avec PC** de moins en moins réalisés, car endoscopie, écho, TDM et IRM

Fig. 1. Radiographie standard.

2. Échographie + /- Doppler (Fig. 2)

- **Principe** : ultrasons, arrêtés par air et os
- **Risque et CI** : aucun
- **Accessibilité** : facile (possible au lit du patient)
- **Pénibilité** : faible : jeûne de 6 h pour écho abdomen, réplétion vésicale pour écho pelvis. Écho endorectale et endovaginale augmentent la fiabilité mais aussi la pénibilité
- **Coût** : 50 €
- **Indications** :
  - **Viscères pleins abdominaux** (échographie gênée par obésité et gaz), **pelvis, cou, cœur**
  - **Parties molles** (tendons, ligaments)
  - **Pédiatrie :** Échotransfontanellaire, hanche (luxation congénitale)
  - **Femme enceinte** : suivi obstétrical
  - **Femme** : gynéco, sein (toujours après mammographie, sauf chez femme jeune)
  - **Flux veineux et artériels (Doppler)** : thrombose, sténose, dissection

3. TDM (Tomodensitométrie) (Fig. 3)

- **Principe** : RX (densité des voxels) ; acquisition axiale, reconstructions
  - TDM spiralée : abdomen en 10 s ; angioTDM
- **Risques, CI** :
  - Irradiation > radio standard (seins, cristallins, thyroïde, ovaires)
  - PC éventuel
  - Sédation nécessaire chez l'enfant
  - Artéfacts (matériel métallique orthopédique)
- **Accessibilité** : moyenne en France
- **Pénibilité** : faible
  - Risque des PC iodés
  - Entéroscanner : sonde jéjunale
  - Coloscanner : lavement à l'eau ou l'air
- **Coût** : 150 €
- **Avantages** :
  - > Radio standard car coupes (os iliaque, médiastin)
  - > IRM pour résolution axiale (détails anatomiques)
  - < IRM pour résolution en contraste
  - Caractérisation grâce aux densités
  - > IRM pour calcifications, corticales et air (poumons)

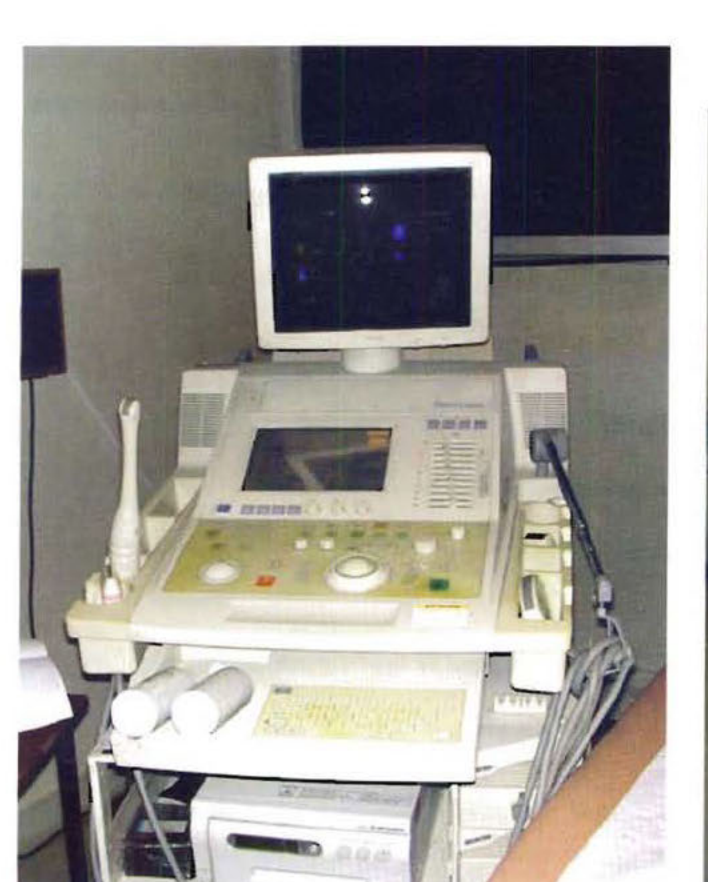


Fig. 2. Échographe.

Fig. 3 Scanner (TDM).

4. IRM (Imagerie par résonance magnétique) (Fig. 4)

- **Principe** : exploite les propriétés magnétiques des noyaux d'hydrogène du corps
  - Non irradiant
  - Acquisition directe dans les 3 plans
  - Séquences pondérées en T1, T2, FLAIR, +/– injection de gadolinium
- **Risques et CI** :
  - **CI formelles** : pace-maker, anciennes valves cardiaques (Starr), stimulateurs cardiaques ou neurostimulateurs, prothèse cochléaire, implants ferro-magnétiques, corps étrangers métalliques intraorbitaires, obésité majeure
  - **CI relatives** : claustrophobie
  - Sédation avant 5 ans
  - Non recommandé pendant 1er trimestre de grossesse
  - **Artéfacts** : prothèses et ostéosynthèses
- **Accessibilité** : mauvaise en France
- **Pénibilité** : faible - immobilité et bruit pendant 15 à 30 min ; injection IV parfois ; pas de jeûne
- **Coût** : 400 €
- **Avantages** :
  - caractérisation, anatomie +++ sans irradiation
  - > TDM pour SNC, moelle osseuse
  - < TDM pour durée de l'examen (15-30 min/quelques min), tunnel fermé (surveillance), corticales, calcifications et air pulmonaire

Fig. 4. IRM

5. Produits de contraste (PC)

PC iodés

- **Indications** :
  - Radio standard (urinaire, digestive, articulaire)
  - TDM
  - Artériographie
- **Risques** :
  - Réaction anaphylactique (1 mort/100 000 examens)
  - Insuffisance rénale (favorisée par diabète, myélome, déshydratation)
  - Arrêt de metformine pendant 48 h
  - Extravasation (douleur, parfois nécrose cutanée)
- **Contre-indications à l'injection de PC et aux rayons X**
  - Antécédents de réaction anaphylactoïde aux produits de contraste iodés
  - Insuffisance rénale organique sévère
  - Myélome
  - Grossesse (1er et 2e trimestres)
  - Insuffisance cardiaque congestive
- **Précautions pour les PC iodés**
  - Pas de consensus sur l'efficacité de la prémédication si **terrain allergique** : ne pas injecter de PC iodé si ATCD de choc anaphylactique ou d'œdème de Quincke
  - **Insuffisance rénale** : arrêter les médicaments néphrotoxiques et diurétiques la veille ; hydrater + Mucomyst®
  - Espacer les examens radios avec PC iodés de plus de 3 jours
  - **Grossesse** : uniquement si indispensable
  - **Rxprotection** : tablier plombé, diminuer les doses de RX et de PC
- **Coût** : 21 à 43 €/100 ml (hôpital ou pharmacie)
- **Dose :** 1 à 2 ml/kg

Baryte

- **Indications** : radio standard digestive
- **CI** : perforation digestive dans péritoine ou médiastin (utiliser PC iodé)

PC paramagnétique IV (gadolinium) en IRM

- Moins allergisant
- 28 à 50 €/10 ml (hôpital/pharmacie)
- Dose : 0,2 ml/kg

6. Irradiation

Dose efficace (mSV)	Examens d'imagerie
0	**Écho, IRM**
< 1	Radio standard des poumons et des membres
1–5	UIV, radio standard rachis lombaire et bassin, scinti squelette, TDM crâne
5–10	TDM thorax et abdomen, scinti myocardique, TEP
> 10	Radiologie interventionnelle, parfois scinti ou TDM

Examen	Équivalent de dose efficace moyenne (mSv)	Équivalent en clichés thoraciques	Durée équivalente d'irradiation naturelle
Irradiation naturelle annuelle	2,4	24	1 an
Radiographie thoracique	0,02	1	3 jours
Radiographie de l'abdomen	1,0	50	6 mois
UIV	2,5	125	14 mois
Lavement baryté	7	350	3,2 ans
TDM thoracique	8	400	3,6 ans
TDM abdominale	10	500	4,5 ans

7. Imagerie vasculaire diagnostique

- **Technique non ou peu invasive** : Doppler, angioRM (+/– injection de PC) ou angioTDM (injection IV de PC iodé)
- **Artériographie** : de moins en moins utilisée dans un but diagnostique

8. Radio interventionnelle

- Diagnostique ou thérapeutique
- Sous scopie, écho ou TDM
- Angioplastie, endoprothèse vasculaire, (chimio) embolisation
- Drainage et prothèse biliaire
- Ponction, biopsie de tumeurs
- Ponction, drainage d'abcès
- Gastrostomie, prothèse digestive
- Radiofréquence...
- Risques : cathétérisme vasculaire, infection, hématome...

Si vous avez un problème d'indication d'examen d'imagerie...

- Indiquez la clinique, le radiologue se débrouillera ou venez discuter du dossier en radiologie !

www.lemanip.com

Index

Les numéros de pages suivis de « F » et « T » renvoient aux termes cités dans les figures ou tableaux.

D

E

F

G

H

I

S

T

U

V

Z

Gratuittement